

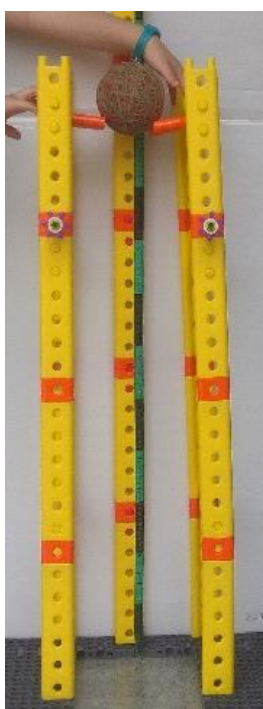
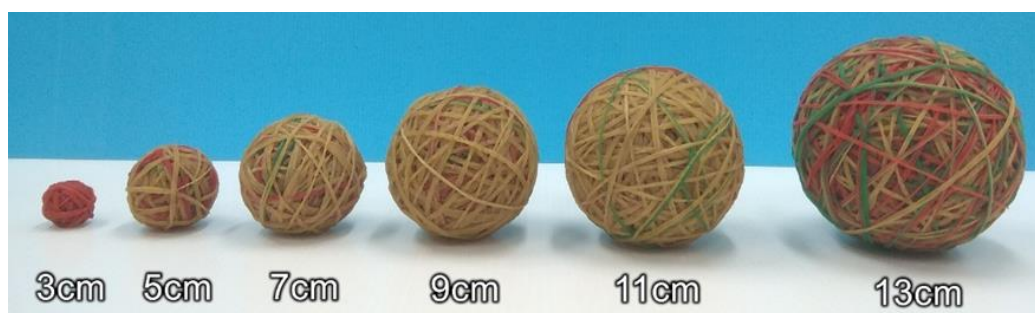
嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：彈跳自如的橡膠惡魔果實—橡皮筋球的製作與探究

關 鍵 詞：橡皮筋球、恢復係數



編 號：

摘要

本實驗主要探討橡皮筋球的製作與探究，並得到以下結論：

- 1、實驗一：製作橡皮筋球的過程中，必須確認橡皮筋綁到球的直徑，否則會導致重心偏移，實驗操作時，球會旋轉。
- 2、實驗二：空心橡皮筋球目前無法完成製作並進行實驗操作。
- 3、實驗三：橡皮筋球的球徑越大，回彈高度越高。
- 4、實驗四：橡皮筋球的重量越大，回彈高度越高。
- 5、實驗五：地面材質越堅硬，橡皮筋球的回彈效果越好。
- 6、實驗六：兩顆疊加的橡皮筋球，大小差距越大，1號球彈跳高度越高。
- 7、實驗七：三顆疊加的橡皮筋球，2號球的重量越輕，1號球的回彈高度越高。



壹、研究動機

有一次在 Youtube 頻道上看到了一個超彈力橡皮筋球的科學實驗，影片中的實驗者將兩顆相疊的橡皮筋球從實驗者腰的高度釋放，結果上面的橡皮筋球可以彈跳得很高，橡皮筋球彈跳的高度，超過了我們的想像，也引起了我們的興趣。我們利用下課時間和同學一起討論影片內容，試著分析橡皮筋球的受力情形，總覺得有些意猶未盡，於是決定請老師指導我們進行研究，一探橡皮筋球彈跳的秘密。

貳、研究目的

研究一、製作橡皮筋球。

《實驗一》製作實心橡皮筋球。

《實驗二》製作空心橡皮筋球。

研究二、探討橡皮筋球大小與重量，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

《實驗三》探討橡皮筋球大小，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

《實驗四》探討橡皮筋球重量，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

研究三、探討地板的材質，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。




《實驗五》探討地板的材質，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

研究四、探討疊加釋放的橡皮筋球，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

《實驗六》探討兩顆疊加釋放的橡皮筋球，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

《實驗七》探討三顆疊加釋放的橡皮筋球，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

參、研究設備及器材

研究設備				
	智高積木	手機 / 腳架	電腦	木板、軟墊、紙張
操作工具				
	熱熔膠槍	剪裁工具	圓規	
測量工具				
	磅秤	30cm 長尺 / 皮尺	游標卡尺	壓克力盒子
實驗耗材				 乒乓球 壓克力球
	橡皮筋	PVC 板	塑膠 PP 板	壓克力球/乒乓球

肆、研究過程或方法

研究一、製作橡皮筋球。

《實驗一》製作實心橡皮筋球。

(一)、實驗目的：製作橡皮筋球

(二)、實驗步驟如下：



1. 篩選橡皮筋：剔除質地不均勻或太細的橡皮筋。



2. 先將三條橡皮筋對折(縮小橡皮筋半徑)，再拿一條橡皮筋把它們捆起來。



3. 將上圖的橡皮筋對折一次後，再拿一條橡皮筋捆起來。



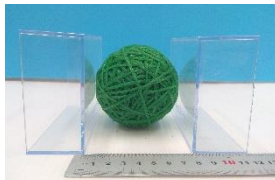
4. 針對凸點(特別突出的橡皮筋)，綁上橡皮筋，蓋住凸點，使橡皮筋球接近球形。



5. 在球直徑的位置，網上橡皮筋(綁橡皮筋須綁在不同位置的直徑上)。



6. 反覆操作步驟 5，即可完成橡皮筋球製作。



8. 秤出橡皮筋球重量，完成橡皮筋球及基本資料紀錄。



7. 利用兩個壓克力盒子搭配長尺，輕輕夾住橡皮筋球，確認橡皮筋球大小，若達標準即完成。

《實驗二》製作大小相同、重量不同的橡皮筋球。

(一)、實驗目的：製作出大小相同、重量不同的橡皮筋球。

(二)、操縱變因：改變橡皮筋球的球心材質

(分別以乒乓球、壓克力球、跳跳球為球心進行操作)。

控制變因：橡皮筋材質、製作方法

(三)、實驗步驟：

1、以乒乓球為球心，在表面綁上橡皮筋球。(分別以壓克力球、跳跳球進行操作)

2、實驗步驟同《實驗一》步驟 5~8



乒乓球

壓克力球

跳跳球

研究二、探討橡皮筋球大小與重量，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

《實驗三》探討橡皮筋球大小，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

(一)、實驗目的：找出橡皮筋球大小與橡皮筋球彈跳高度的關係。

(二)、操縱變因：橡皮筋球大小

(分別以直徑 3cm、5cm、7cm、9cm、11cm、13cm 橡皮筋球進行實驗)

控制變因：地面材質(磨石子地)、釋放高度(距離地面 100 公分)、

攝影鏡頭與實驗裝置的距離、……

(三)、實驗步驟：

1、將橡皮筋球放在釋放支架上，並確認橡皮筋球底部距離地面 100 公分。

(分別以直徑 3cm、5cm、7cm、9cm、11cm、13cm 橡皮筋球進行實驗)

2、開啟手機攝影功能(以慢動作錄影模式錄製)。

3、鬆開支架，使橡皮筋球自由落下，並同步攝影。

4、將錄製實驗影片上傳雲端硬碟。

5、使用 Google 雲端的影片慢速播放，利用「暫停」功能搭配「<」、「>」鍵，播放錄影檔的連續圖片，截取橡皮筋球落地後第 1 次反彈的最高點截圖。

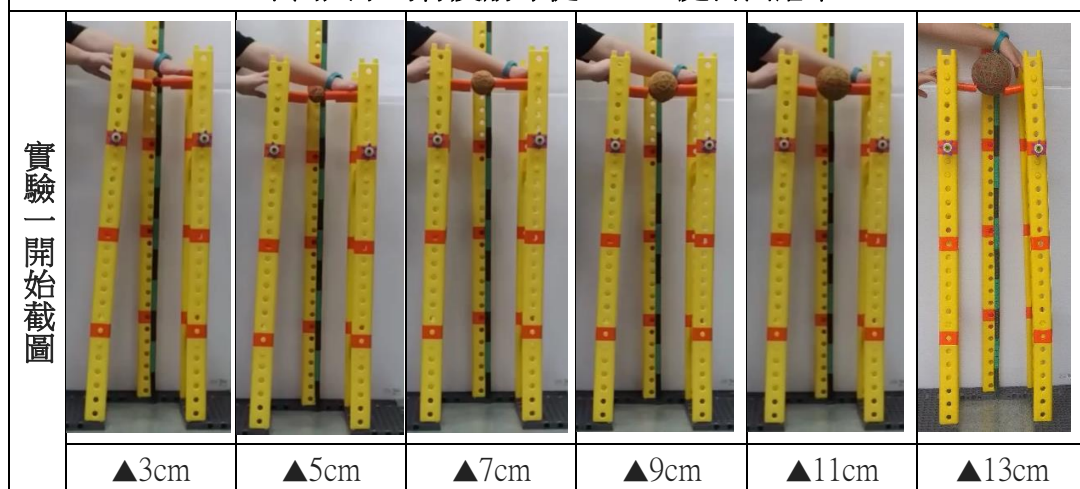
6、紀錄橡皮筋球落地後第 1 次反彈的最高點。

7、連續操作五次，取平均值。

8、根據實驗結果進行分析討論。



不同大小的橡皮筋球從 100cm 處自由落下



《實驗四》探討橡皮筋球重量，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

(一)、實驗目的：找出橡皮筋球重量與橡皮筋球彈跳高度的關係。

(二)、操縱變因：橡皮筋球重量

(分別以重量 100g、300g、500g、700g 橡皮筋球進行實驗)

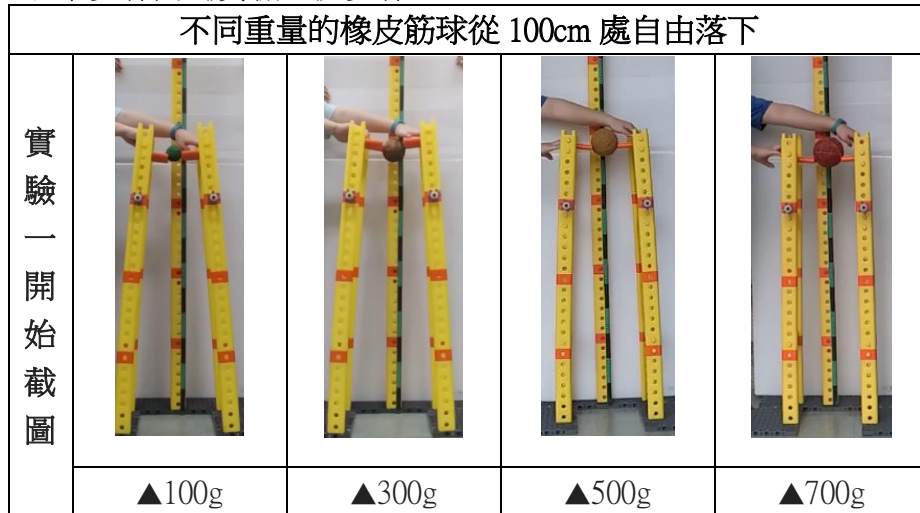
控制變因：地面材質(光滑磨石子地)、釋放高度(距離地面 100 公分)、攝影鏡頭與實驗裝置的距離、

(三)、實驗步驟：

1、將橡皮筋球放在釋放支架上，並確認橡皮筋球底部距離地面 100 公分。

(分別以重量 100g、300g、500g、700g 橡皮筋球進行實驗)

2、以下步驟同《實驗三》步驟 2~8。



研究三、探討地板的材質，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

《實驗五》探討地板的材質，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

(一)、實驗目的：找出最適合橡皮筋球彈跳的地面材質。

(二)、操縱變因：地面材質

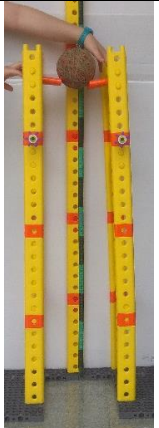
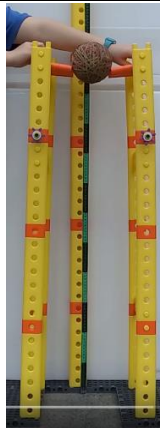
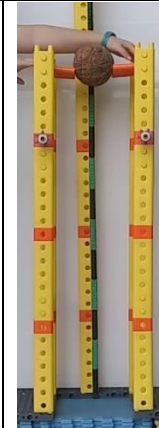

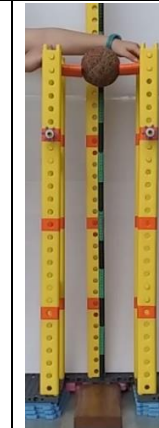

(光滑磨石子地、粗糙磨石子地(司令台)、磁磚、泡棉地墊 EVA、木板、紙張)

控制變因：橡皮筋球大小(13cm)、橡皮筋球釋放高度(距離地面 100 公分)、攝影鏡頭與實驗裝置的距離、……

(三)、實驗步驟：

1、將實驗支架移至選擇的地面材質或將不同材質板材放置於裝置下進行實驗。

2、以下步驟同《實驗三》步驟 2~8。

13cm 橡皮筋球從 100cm 處自由落下在不同材質的地面						
實驗 一 開 始 截 圖						
	▲光滑磨石子地	▲粗糙磨石子地(司令台)	▲泡棉地墊 EVA	▲磁磚	▲木板	▲紙張

研究四、探討疊加釋放的橡皮筋球，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

《實驗六》探討兩顆疊加釋放的橡皮筋球，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

- (一)、實驗目的：找出兩顆疊加釋放的橡皮筋球，可使 1 號球彈跳較高的比例關係。
(二)、操縱變因：1 號球的大小




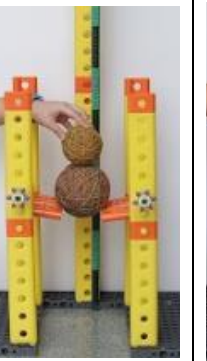

(分別以 3cm、5cm、7cm、9cm、11cm 的橡皮筋球與 13cm 橡皮筋球疊加進行實驗，如右圖：上面的小橡皮筋球為 1 號球，下面 13cm 的橡皮筋球為 2 號球)



控制變因：地面材質(光滑磨石子地)、2 號橡皮筋球(13cm)、
釋放高度 25cm(2 號球底部距離地面 25 公分)、
攝影鏡頭與實驗裝置的距離、……

(三)、實驗步驟：

- 1、將兩顆疊加的橡皮筋球放在釋放支架上，並確認橡皮筋球底部距離地面 25 公分。
- 2、開啟手機攝影功能(以慢動作錄影模式錄製)。
- 3、鬆開支架，使兩顆橡皮筋球同時自由落下，並同步攝影。
- 4、將錄製實驗影片上傳雲端硬碟。
- 5、使用 Google 雲端的影片慢速播放，利用「暫停」功能搭配「<」、「>」鍵，播放錄影檔的連續圖片，截取橡皮筋球落地後 1 號球第 1 次反彈的最高點截圖。
- 6、紀錄橡皮筋球落地後 1 號球第 1 次反彈的最高點。
- 7、連續操作五次，取平均值。
- 8、根據實驗結果進行分析討論。

兩顆疊加釋放的橡皮筋球，從 25cm 處自由落下					
實驗 一 開始 截 圖					
	▲3-13cm 疊加	▲5-13cm 疊加	▲7-13cm 疊加	▲9-13cm 疊加	▲11-13cm 疊加

《實驗七》探討三顆疊加釋放的橡皮筋球，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

(一)、實驗目的：找出三顆疊加釋放的橡皮筋球，可使 1 號球彈跳較高的比例關係。

(二)、操縱變因：2 號球的大小





(分別以 5cm、7cm、9cm、11cm 的橡皮筋球作為 2 號球，與 3cm、13cm 橡皮筋球疊加進行實驗，如右圖：上面 3cm 的橡皮筋球為 1 號球，中間的橡皮筋球為 2 號球，下面 13cm 的橡皮筋球為 3 號球)

控制變因：地面材質(光滑磨石子地)、1 號橡皮筋球(3cm)、3 號橡皮筋球(13cm)、攝影鏡頭與實驗裝置的距離
釋放高度 25cm(2 號球底部距離地面 25 公分)、



(三)、實驗步驟：


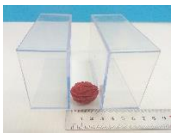
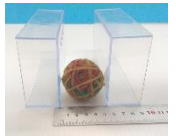
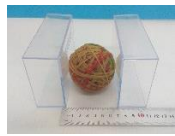









- 1、將三顆疊加的橡皮筋球放在釋放支架上，並確認橡皮筋球底部距離地面 25 公分。
- 2、以下步驟同《實驗六》步驟 2~6。
- 3、連續操作三次，取平均值。
- 4、根據實驗結果進行分析討論。

三顆疊加釋放的橡皮筋球，從 25cm 處自由落下				
實驗一開始截圖				
	▲3-5-13 cm 疊加	▲3-7-13 cm 疊加	▲3-9-13 cm 疊加	▲3-11-13 cm 疊加

伍、研究結果

研究一、製作橡皮筋球。

《實驗一》製作實心橡皮筋球。

橡皮筋球基本資料						
	3cm	5cm	7cm	9cm	11cm	13cm
直徑大小 cm						
	3cm	5cm	7cm	9cm	11cm	13cm
重量 g						
	12.0	54.7	162	317.1	498.1	883.3
橡皮筋數	31	139	412	807	1267	2247

- 1、經實驗結果發現橡皮筋球的直徑一樣，重量未必一樣，與橡皮筋的綁法有關。
- 2、另外製作橡皮筋球時必須不斷的轉動橡皮筋球，將橡皮筋綁在不同的直徑位置，否則橡皮筋球會往橢圓形發展，除了影響橡皮筋球的形狀，也會使橡皮筋球的重心偏移，導致實驗時橡皮筋球發生旋轉現象。
- 3、製作橡皮筋球時，操作前是否須先把橡皮筋撐開，與球的大小有關；製作直徑比較小的橡皮筋球不用先撐開，大的橡皮筋球要先將橡皮筋撐開，比較好操作。

《實驗二》製作空心橡皮筋球。







- 1、製作空心橡皮球的過程，橡皮筋很容易彈開、不易綁上。我們用砂紙磨乒乓球表面，使表面變粗糙，增加摩擦力，但效果不顯著，最後在乒乓球表面貼雙面膠終於順利綁上橡皮筋。
- 2.以乒乓球為球心的橡皮筋球在發展到 5 公分左右時，橡皮筋球忽然變成橢圓形型，我們推測是因為橡皮筋的彈力(恢復力) 向橡皮筋球中心集中施力，空心乒乓球無法承受，所以變形失敗。
- 3、將變形的乒乓球球心的橡皮筋球拆開，發現乒乓球幾乎被壓扁(如下圖)。



- 4、以壓克力球為球心可以成型，但球落地後，幾乎無法回彈，我們推測是內部的空心球體(壓克力球)無法承受橡皮筋球與地板撞擊的能量，導致裡面的壓克力球在落地一瞬間就破裂了，無法進行後續操作。

研究二、探討探討橡皮筋球大小與重量，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

《實驗三》探討橡皮筋球大小，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

不同大小橡皮筋球從 100cm 處自由落下，第一次反彈最高處						
實驗 結果 截圖						
	▲3cm	▲5cm	▲7cm	▲9cm	▲11cm	▲13cm

實驗結果平均值如下：

單位：公分 (橡皮筋球落地後第一次反彈的最高點)





橡皮筋球大小	3公分	5公分	7公分	9公分	11公分	13公分
第一次	66	72	73	73	74	76
第二次	64	72	75	74	76	76
第三次	68	73	74	73	75	77
第四次	69	73	74	73	75	78
第五次	67	70	75	73	76	76
平均	66.8	72	74.2	73.2	75.2	76.6
恢復係數	0.817	0.848	0.861	0.856	0.867	0.875

1. 在回放影片找最高點的時候，發現最高點的影片球會在最高點瞬間停住一下下，這是因為球的運動方向改變，所以有瞬間的停留，使得我們更容易找到最高點的截圖。
2. 分析拍攝的影片，發現使用的手機錄影一秒鐘有 30 張圖，透過影片的分鏡畫面發現：3 公分的橡皮筋球直線落下時會出現線狀，相同時間，每一張圖出現的直線距離越來越長。紅線越長代表速度越快，所以在落地之前的速度達到最快，從三公分的截圖可以看出橡皮筋球的速度越來越快的變化。
3. 回放 5 公分橡皮筋球第 1 次操作的影片，發現橡皮筋球在回彈第 1 次最高點的過程中，球有旋轉現象，這讓我們重新思考製作橡皮筋球的嚴謹度，是不是因為橡皮筋

球綁的時候，沒有確實綁到真正的直徑，所以重心有偏移，導致球在運動的過程中發生旋轉，加強製作橡皮筋的管理要求，確實將橡皮筋綁在直徑上，旋轉狀況有改善。

- 4、操作過後的橡皮筋球形狀有一點改變，球體變成有一點點橢圓，越小顆的越明顯，最主要的原因是橡皮筋球落到地面，撞擊地面時產生形變或橡皮筋彈掉，需修補再進行實驗。
- 5、實驗結果發現，3cm 的橡皮筋球平均彈跳高度只有 66.8cm，13 cm 的平均彈跳高度可達 76.6cm，發現橡皮筋球的直徑越大，彈跳高度越高。
- 6、以恢復係數來探討，球徑越大的球，恢復係數越大，彈跳高度越高。

《實驗四》探討橡皮筋球重量，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

不同重量橡皮筋球從 100cm 處自由落下，第一次反彈最高處				
實驗 結果 截圖				
	▲100g	▲300g	▲500g	▲700g

實驗結果平均值如下：

單位：公分 (橡皮筋球落地後第一次反彈的最高點)

橡皮筋球重量	100g	300g	500g	700g
第一次	73	77	74	74
第二次	74	76	76	74
第三次	73	75	75	76
第四次	72	77	76	76
第五次	74	76	74	75
平均	73.2	76.2	75	75
恢復係數	0.856	0.873	0.866	0.866



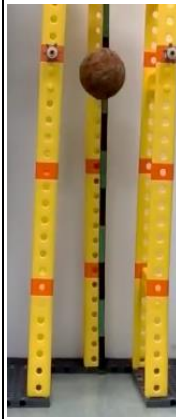
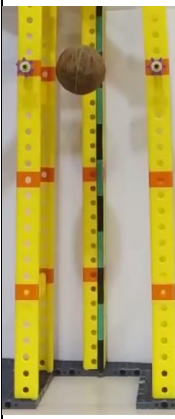


- 1、我們原本認為重量越重，反彈高度會越高，但是反覆操作後，300g 的球比

500g、700g 都來得高，因此我們討論造成實驗誤差的可能原因如下：原因一是因為體積大的球，受到空氣阻力比較大，因此大顆球的彈跳高度不見得比較高；原因二是製作的橡皮筋球的札實度，橡皮筋球內部的空隙分布不一致可能也是影響因素。

2、根據實驗四的實驗結果，發現橡皮筋球越重，有回彈高度越高的趨勢。

研究三、探討地板的材質，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

《實驗五》探討地板的材質，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

13cm 橡皮筋球落在不同材質地面後，第一次反彈最高處						
實驗 結果 截圖						
	泡棉地墊 EVA	紙張	光滑磨石子地	磁磚	木板	粗糙磨石子地 (司令台)

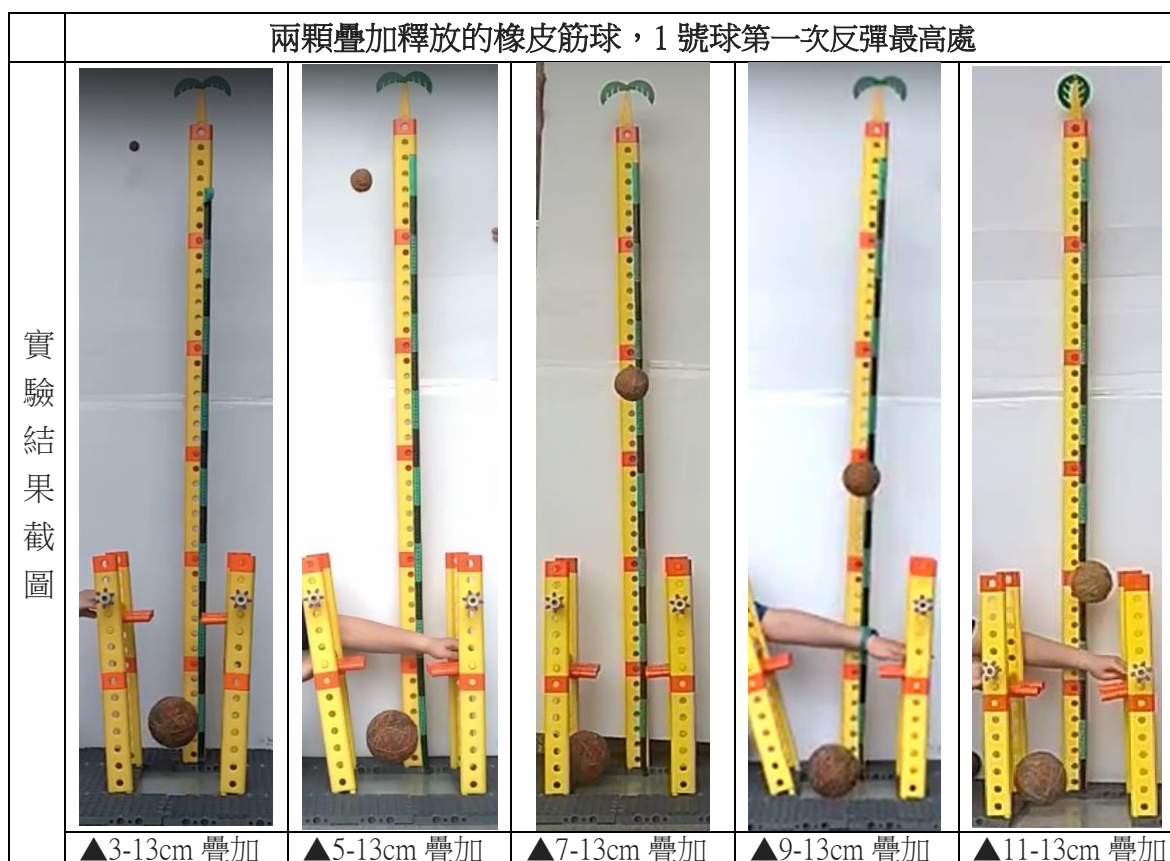
實驗結果平均值如下：

單位：公分（橡皮筋球落地後第一次反彈的最高點）

地面材質	泡棉地墊 (EVA)	紙張	粗糙磨石子 地	光滑磨石子 地	木板	磁磚
第一次	49	69	79	76	79	78
第二次	52	72	77	76	79	77
第三次	49	73	76	77	78	78
第四次	52	75	79	78	80	78
第五次	53	75	78	76	78	79
平均	51	72.8	77.8	76.6	78.8	78
恢復係數	0.714	0.853	0.882	0.875	0.887	0.883

- 1、回放實驗影片，觀察橡皮筋球碰到軟墊的一瞬間，發現橡皮筋球碰到軟墊的一瞬間，泡棉地墊的周圍翹起來，接觸點有明顯陷落，泡棉地墊發生形變。
- 2、橡皮筋球落下時，泡棉地墊吸收了橡皮筋球回彈的部分能量導致形變，損耗了部分的能量，減少橡皮筋球回彈的力道，所以橡皮筋球回彈的高度比較低，紙張也有同樣狀況。
- 3、除了泡棉地墊和紙張，光滑磨石子地、磁磚、木板和粗糙磨石子地(司令台)等較堅硬的地面材質，橡皮筋回彈高度平均都達到 76.6~78.8cm，推論：接觸地面材質硬度越高，橡皮筋球的回彈高度和恢復係數都有較佳表現。

《實驗六》探討兩顆疊加釋放的橡皮筋球，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。



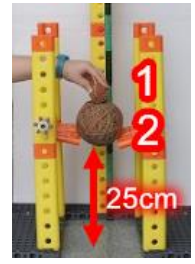
實驗結果平均值如下：

單位：公分 (橡皮筋球落地後 1 號球反彈的最高點)

2 顆疊加橡皮筋球	3-13cm 疊加	5-13cm 疊加	7-13cm 疊加	9-13cm 疊加	11-13cm 疊加
第一次	162	151	100	73	53
第二次	161	154	99	69	52
第三次	146	151	98	75	53
第四次	162	154	101	78	49
第五次	154	151	104	70	49
平均	157	152.2	100.4	73	51.2


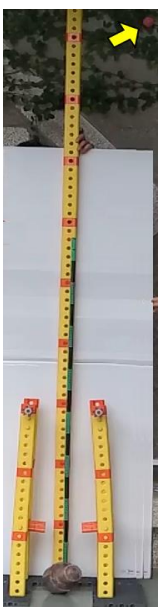

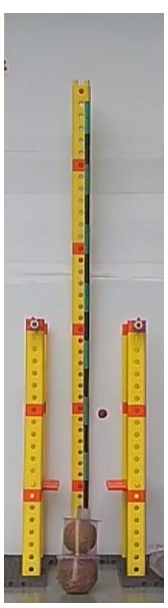
- 1、根據實驗結果發現：兩顆疊加的橡皮筋球，3-13 cm 疊加的 1 號球彈跳高度最高，平均可達 157cm；11-13cm 疊加的 1 號球彈跳高度最低，平均只有 51.2cm。
- 2、根據實驗六結果推論，兩顆疊加的橡皮筋球，球徑相差越大，彈跳高度越高。

3、分析兩顆球的運動情形：單一顆球自由落下撞擊靜止的地面，地面給橡皮筋球反作用力，導致橡皮筋回彈；兩顆球疊加釋放，2號球先落地後反彈(運動方向向上)，1號球落下撞到向上反彈的2號球(兩顆運動方向相反的球相撞)，使1號球向上回彈，這時候1號球受到的反作用力比靜止的地板給的反作用力更大，所以1號球彈得更高。



- 4、固定以 13cm 的橡皮筋球作為 2 號球，分別以 3cm、5cm、7cm、9cm、11cm 的橡皮筋球作為 1 號球，為什麼 3cm 的橡皮筋球會彈得比較高？理論上每一組實驗的 2 號球反彈的速度相同，作用在每一組 1 號球的力應該一樣大，但因為 3cm 的 1 號球較輕，所以受力後反彈高度較高。
- 5、與靜止的地面相比，因為碰撞後小球所受的反作用力更大，所以小球會彈得更高。
- 6、結論：實驗結果發現 3-13cm 疊加的彈跳高度最高，推論兩顆球大小相差越大，彈跳效果越好。

《實驗七》探討三顆疊加釋放的橡皮筋球，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

三顆疊加釋放的橡皮筋球，1 號球第一次反彈最高處				
實驗 結果 截圖				
	▲3-5-13 cm 疊加	▲3-7-13 cm 疊加	▲3-9-13 cm 疊加	▲3-11-13 cm 疊加

實驗結果平均值如下：

單位：公分 (橡皮筋球落地後 1 號球反彈的最高點)

重疊 3 顆橡皮筋球	3-5-13cm 疊加	3-7-13cm 疊加	3-9-13cm 疊加	3-11-13cm 疊加
第一次	270	240	184	52
第二次	306	280	168	94
平均	288	260	176	73

- 1、這一組實驗是成功率最低、也是討論最激烈的一組實驗，一開始每個人預測最佳的實驗組合都不相同：最多人預測 3、9、13cm 三顆疊加會彈得最高，是因為三分比較輕，有機會彈得比較高。
- 2、根據實驗七的結果發現 3-5-13cm 疊加，1 號球可彈跳到 288cm，回彈高度最高；3-11-13cm 疊加，1 號球平均彈跳只有 73cm，回彈高度最差。
- 3、結論是：2 號球的重量越輕，1 號球回彈高度會越高。

陸、討論

一、在實驗一，我們製作橡皮筋球，針對橡皮筋球討論了以下內容：

1、橡皮筋球在製作的過程中，如果綁得不平均，導致球的重心不在球心，球落下的過程中會旋轉。這是因為球的重心一直轉移，所以不停旋轉，所以製作時必須確認橡皮筋綁到球的直徑。

二、在實驗二，我們製作橡皮筋球，針對橡皮筋球討論了以下內容：

- 1、原本我們想藉由製作空心橡皮筋球，發展出相同大小且不同重量的橡皮筋球來進行實驗，以區辨出球的大小和球的重量哪一個因素對於橡皮筋球彈跳高度的關係更緊密。
- 2、實際操作發現：以乒乓球為球心只能做出很薄的橡皮筋球(薄薄的一層橡皮筋外皮)，若持續製作，做到約 5cm 時，球就會瞬間變型，我們推測應該是橡皮筋的數量不斷增加，內部的空心球體(乒乓球)無法承受撐開的橡皮筋彈力，所以無法成型。
- 3、以壓克力球為球心可以成型，但球落地後，幾乎無法回彈，我們推測是內部的空心球體(壓克力球)無法承受橡皮筋球與地板撞擊的能量，導致裡面的壓克力球在落地一瞬間就破裂了，無法進行後續操作。
- 4、我們蒐集資料時發現，網路上有人以空心鋼球做出一顆橡皮筋球，但落地後和我們的壓克力球一樣，無法回彈，影片中拆除外面的橡皮筋後，發現裡面的鋼球已經變形。根據實際操作及蒐集資料發現，幾乎無法做出可以操作的空心橡皮筋球。

三、在實驗三，探討橡皮筋球大小，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。結果發現：

- 1、為了橡皮筋球釋放時，球能夠直下直上，所以我們設計了支架，製作支架，第 1 個考量的是支架的穩定度。
- 2、橡皮筋球的球徑越大，回彈高度越高。
- 3、球體表面產生凸點，影響實驗結果，推測應該是彈到橡皮筋球的某一個不規則角(橡皮筋球的凸點，如右圖)。這是因為橡皮筋的球徑較小，在比較小的時候，一條橡皮筋要做雙圈或三圈或 4 圈纏繞，所以在碰撞過後，如果原本纏繞 4 圈球徑鬆脫變三圈或是兩圈變一圈，內部就會產生凸點。可能原因是在實驗過程中內部的橡皮筋球彈開移位，這是實驗的不可抗力因素。這個問題只有在比較小的橡皮筋球會發生，在大的橡皮筋球彈跳碰撞後如果發生



狀況，橡皮筋會整個彈出，並不會干擾球體外形，彈出去的橡皮筋會撿回來重新纏繞上。

- 4、錄製三公分的橡皮筋球，發生殘影狀況。分析影片，發現一秒鐘只有錄製 30 張圖片。手機重新設定後改採慢速播放攝影，雖然一樣一秒是 30 張圖片，但是實際的一秒鐘被慢速播放成 17 秒，可以進行更仔細的分析。

四、在實驗四，探討橡皮筋球**重量**，對於橡皮筋球彈跳高度的影響，我們討論了以下內容：

- 1、我們原本認為重量越重，反彈高度會越高，但是反覆操作後，300g 的球比 500g、700g 都來得高，因此我們討論造成實驗誤差的可能原因如下：原因一是因為體積大的球，受到空氣阻力比較大，因此大顆球的彈跳高度不見得比較高；原因二是製作的橡皮筋球的札實度，橡皮筋球內部的空隙分布不一致可能也是影響因素。

- 2、根據實驗四的實驗結果，發現橡皮筋球越重，有回彈高度越高的趨勢。

五、在實驗五，探討**地板的材質**，對於橡皮筋球彈跳高度的影響

- 1、回放實驗影片，觀察橡皮筋球碰到軟墊的一瞬間，發現橡皮筋球碰到軟墊的一瞬間，泡棉地墊的周圍翹起來，接觸點有明顯陷落，泡棉地墊發生形變。
- 2、橡皮筋球落下時，泡棉地墊吸收了橡皮筋球回彈的部分能量導致形變，損耗了部分的能量，減少橡皮筋球回彈的力道，所以橡皮筋球回彈的高度比較低，紙張也有同樣狀況。
- 3、除了泡棉地墊和紙張，光滑磨石子地、磁磚、木板和粗糙磨石子地(司令台)等較堅硬的地面材質，橡皮筋回彈高度平均都達到 76.6~78.8cm，推論：接觸地面材質硬度越高，橡皮筋球的回彈高度和恢復係數都有較佳表現。

六、在實驗六，探討**兩顆疊加釋放的橡皮筋球**，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

- 1、一開始實驗操作失敗的原因是：1 號球沒有彈在 2 號球的正中心。兩顆橡皮筋球同時釋放，下面那一顆球可以直下直上，但是上面那一顆可以直下，但是無法直上，我們推測是因為上面那一顆橡皮筋球沒有放到正中央的關係，所以製作了蛋糕塔期望解決問題，結果在操作過程中，反而影響 1 號球的彈跳高度。最後放棄蛋糕塔裝置，改以兩個人合作操作，徒手將 1 號球放置在 2 號球中心點的位置，再進行實驗操作。

2、根據實驗結果發現：1 號球的重量越輕，回彈高度越高。

七、在實驗七，探討**三顆疊加釋放的橡皮筋球**，對於橡皮筋球彈跳高度的影響。

1、三顆球的實驗，是困難度最高的實驗，為了確保 3 顆球都疊在中心點上，所以我們重新改良蛋糕塔裝置，並藉由影片慢速播放觀察球運動情形。

2、根據實驗結果發現：2 號球的重量越輕，1 號球的回彈高度越高。

柒、結論

1、實驗一：製作橡皮筋球的過程中，必須確認橡皮筋綁到球的直徑，否則會導致重心偏移，實驗操作時，球會旋轉。

2、實驗二：空心橡皮筋球目前無法完成製作並進行實驗操作。

3、實驗三：橡皮筋球的球徑越大，回彈高度越高。

4、實驗四：橡皮筋球的重量越大，回彈高度越高。

5、實驗五：地面材質越堅硬，橡皮筋球的回彈效果越好。

6、實驗六：兩顆疊加的橡皮筋球，大小差距越大，1 號球彈跳高度越高。

7、實驗七：三顆疊加的橡皮筋球，2 號球的重量越輕，1 號球的回彈高度越高。

捌、參考資料

一、【Fun 科學】超彈力橡皮筋球 <https://www.youtube.com/watch?v=RWqefx0vAg>