

屏東縣第 61 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：立鞦韆(Put juma)-立柱之間面積與擺盪穩定性的探討

關 鍵 詞： 立鞦韆 、 立柱之間面積 、 擺盪

編號：A2078

立鞦韆(Putjuma)-立柱之間面積與擺盪穩定性的探討

摘要

排灣族立鞦韆有兩種方式:一種為四個立柱綁在一起，另一個方式則是兩兩立柱相綁，再利用橫桿架於兩立柱中間，此次實驗以北葉部落 tudjalimaw 家屋前鞦韆場地，也就是以後者架立方式為主。

在部落婚禮時，部落族人在架立鞦韆需以安全性為第一優先考量，而如何讓鞦韆架構穩定，是一大要事，因此，學生將立鞦韆由數學課程所學習之「面積」、「周長與點」的觀念結合，進一步推論出「底面積的變化」、「不同圖形結構」、「擺盪方位不同」等變項，並建立實驗以探究立鞦韆的穩定性與立柱之間面積的關係。

壹、 研究動機

排灣族鞦韆文化並非人人都能結婚的時候立鞦韆，主要以傳統領袖階級為主，貴族階級則是依照部落規定為之。立鞦韆的場地，必須選在傳統領袖家前的廣場。族人在立鞦韆前的準備工作繁雜，必須逐步完成收集所需要的素材、在立柱上進行雕刻、挖掘立柱所需之坑洞、架立鞦韆、綁上堅固的樹藤和擺上意義象徵的物件。

學生們從平時跟著父母親參與部落婚禮的經驗中，發現當立鞦韆完工時，vuvu 會讓年輕其他女子先盪，最後才是新娘子，藉此測試鞦韆的穩固性。除了這個方法，是否能夠更加科學化、量化鞦韆的穩定性呢？

因此思考在立鞦韆時，應該考量的因素有那些呢？從第一步立鞦韆前會先在地上挖四個坑洞，對於這四個坑洞的距離應該要如何測量，才能鑽出穩固鞦韆基座的距離，充滿好奇。

接著進一步討論架設鞦韆的穩定性是否有與地面上四個點連結後的面積有關。另外，當長與寬長度不變，鞦韆擺盪的方位相反時，是否鞦韆的穩定性也會改變。最後以探究鞦韆在擺盪時的架構穩固性為本次實驗的目的。

貳、 研究目的

- 一、 長方形受力面積相同時，鞦韆由長邊擺盪和從寬邊擺盪，兩者是否乘載重量會相同？
- 二、 當長與寬依據不同比例所構之矩形，何種鞦韆的架構能夠承載最重？
- 三、 當不同圖形架構，但受力面積相同時，鞦韆可承受重量是否相同？
- 四、 探討正方形受力面積改變時，鞦韆可承受的重量是是否改變？

參、 研究設備及器材

- 一、 立鞦韆的材料(竹筴、橡皮筋)
- 二、 黏土四包
- 三、 直尺兩把

四、筆

五、實驗紀錄單

六、麻繩 15cm 四條

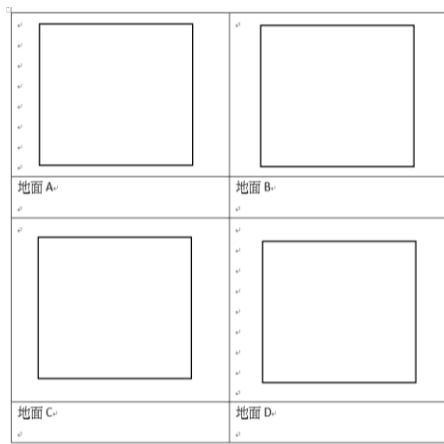
七、碼表

八、鐵片

肆、 研究過程或方法

實驗步驟

1.與學生共同討論立鞦韆挖洞的位置有哪些方式，試著畫下，以設計實驗紀錄單。



2.利用黏土架立鞦韆，並記錄立柱之間面積。



3.改變擺盪重量，測試鞦韆穩定性。每次重量增加以 20g，逐次增加，並利用鐵片增加擺盪的重量。



4.調整不同底面積的圖形構造並測試鞦韆的穩定性。



表 1 實驗流程

伍、 研究結果

一、長的好還是短的好?

(一)實驗步驟:

將 144 平方公分面積的長方形分成兩種形式，一種是將鞦韆立在長邊，利用短邊擺盪，另一個相反。

(二)實驗結果:

當立柱之間面積一樣大時，鞦韆擺盪的方位為短邊時，鞦韆的乘載的重量為 270g，擺盪方位為長邊時乘載的重量為 230g，短邊黏土的重量大於長邊。

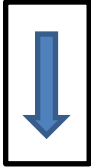

擺盪方位 不同變項	A 短邊(寬)	B 長邊(長)
長(cm)	9	16
寬(cm)	16	9
圖形構造		
面積(cm ²)	144	144
黏土重量(g)	270	230
實驗結果(穩定性)	A>B	

表 2 實驗紀錄表(1)

(三)實驗討論:

傳統領袖家屋前的廣場大小不一致，有些場地趨近正方形，也有一些不是，當場地為長方形時，應將鞦韆立在長邊，擺盪者為短邊的方式，雖然擺盪的面積是最小的，但是可以承受的重量較高。

二、誰能立出最穩的鞦韆?

(一)實驗步驟:

將學生設計出不同立柱之間面積分為四組，A 實驗的面積為 81 平方公分，B 實驗為 96 平方公分，C 實驗為 121 平方公分，D 實驗為 144 平方公分。

(二)實驗結果:

根據表二學生發現鞦韆的穩定性 C=D>B>A，實驗結果發現當面積越大時，穩定性越高。

實驗時間 不同變項	A 實驗	B 實驗	C 實驗	D 實驗
長(cm)	9	8	11	9
寬(cm)	9	12	11	16
面積(cm ²)	81	96	121	144
黏土重量(g)	180	200	270	270
穩定度	C=D>B>A			

表 3 實驗紀錄表(2)

(三)實驗討論:

學生由實驗結果發現，正方形的面積(C 實驗)雖然小於長方形(D 實驗)，但鞦韆乘載重量卻一樣，學生推測原因為正方形四邊一樣長，故擺盪時受力平均，所以接下來實驗以分析不同大小正方形所乘載的重量做比較。

三、哪個圖形最堅固?

(一)實驗步驟:

選擇三種面積相等的對稱圖形並分成三組實驗:A 組長方形(從短邊擺盪)、B 組正方形、C 組梯形，並試分析三種圖形的穩定性。

(二)實驗結果:

長方形可乘載黏土的重量為 270g，正方形可乘載黏土的重量為 290g，梯形可以乘載的黏土重量為 230g。由表五可見正方形>長方形>梯形



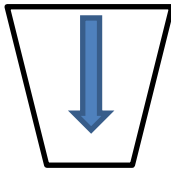
對稱圖形	A 組(長方形)	B 組(正方形)	C 組(梯形)
擺盪方式			
面積(cm ²)	144	144	144
黏土重量(g)	270	290	230
實驗結果(穩定性)	B>A>C		

表 4 實驗紀錄表(3)

(三)實驗討論:

雖然梯形也是對稱圖形，鞦韆的安全性卻沒有另外兩組來的高，推測可能是鞦韆架在梯形的斜邊，使得擺盪時立柱之間面積不均，降低鞦韆的穩定性。由以上三種實驗可以得知立鞦韆時地面挖坑的圖形趨近正方形，穩定性越佳。但立鞦韆的場地大小會影響搭設方式，若在長方形的場地，應怎麼搭設比較好。

四、大小正方形，誰最厲害？

(一)實驗步驟:

先分成兩組不同面積的正方形，進行比較與討論。

(二)實驗結果:

在圖形結構相同時面積為81平方公分(A)的黏土乘載重量小於面積121平方公分(B)，
 從實驗結果發現面積較大者，鞦韆穩定性較高。

正方形面積大小 不同變項	面積小(A)	面積大(B)
長(cm)	9	11
寬(cm)	9	11
面積(cm ²)	81	121
黏土重量	180	270
實驗結果(穩定性)	A<B	

表 5 實驗紀錄表(4)

(三)實驗討論:

因為婚禮上的新娘有不同的體重，若是體重較重者，適合大面積的鞦韆。由以上兩個實驗可發現長方形與正方形皆為對稱圖形，學生提出不同的對稱圖形架構但在面積相同的狀況下，何者穩定性最高。

陸、 討論

一、鞦韆的架立，影響擺盪的穩定性，為了找到擺盪最安全的架構，我們從立鞦韆挖洞的點開始討論，挖洞的點與點之間的距離應該多長，寬度該多長。實驗過程中，學生發現鞦韆的架構穩固性除了與立柱之間面積大小有關外，當立柱之間面積一樣時，鞦韆擺盪的方向為短邊時，可乘載力量更大，不易倒塌。

二、在實驗過程中，發現不同立柱之間面積對鞦韆穩定性有影響，當立柱之間面積越大時，可以乘載的重量較高，立鞦韆的穩定性較佳。

三、學生在立鞦韆時，嘗試架設不同圖形架構的底面積，選擇了正方形、長方形與梯形三者對稱圖形，發現正方形與長方形穩定性較高，而梯形結構性較低。

四、在相同面積下，學生發現正方形可以乘載的黏土重量高於長方形，因此正方形穩定性大於長方形。

柒、 結論

一、 當立柱之間面積一樣時，鞦韆擺盪的方向為短邊時，可乘載力量更大，不易倒塌。

二、 立鞦韆架構穩固性與立柱之間面積大小有關，搭立時應考慮立柱之間面積不宜過小，可能會影響立鞦韆的穩定度。

三、 實驗結果發現發現圖型架構若為對稱圖形時，鞦韆的穩定性較高，雖正方形與長方形皆為對稱圖形，但正方形的穩定性會高於長方形。

四、 立鞦韆時可以增加底面積，並以正方圖形挖洞，並擺盪以短邊為方位時，鞦韆穩定性高。

面積與圖型架構會影響立鞦韆的穩定性，因此在挖洞時，可以除了考慮架設的地面的位置外，當新娘的體重過重時，可能高於乘載負重時，在考慮安全性下，可以依據新娘的重量客製化，增加或是減少立鞦韆底面積，以提高擺盪時的立柱之間面積的穩定性。

捌、 參考資料

1. 江長屹 (2016) •盪鞦韆的奧秘與技巧•物理教育學刊，17(2)，25-32。
2. 楊虹紋 (2016) •無形文化資產保護與傳承之研究-以下路頭鞦韆賽會為例(未出版的碩士論文) •臺北：國立臺北大學民俗藝術與文化資產研究所。
3. 羅智華 (2011年12月16日) •科學就在生活裡從原住民鞦韆架窺見力學原理•人間福報•取自 <https://www.merit-times.com/NewsPage.aspx?unid=247165>