

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科(二)

團隊合作獎

082917

爺爺的老家—「竹管厝」

學校名稱：臺南市東區東光國民小學

作者： 小六 彭淨淵 小五 王郡臨 小四 沈彥廷 小六 陳沁榆	指導老師： 王雅麗 謝溫仁
-------------------------------------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：竹管厝、竹片、重力

摘要

今年的大事，「土耳其大地震許多高樓都倒塌了，壓死不少人。」我們很天真的提出：「如果大家都住在竹管厝，就不會有被壓的事情。」

我們在老師的指導下研究這個問題：「爺爺的老家—竹管厝」。首先測試竹片的彈力，用竹片彎曲打彈珠，撞擊軌道上的小鐵珠；接著用竹片彎曲打木球，都能把鐵珠和木球打得遠。竹片彎曲彈開時，可以產生很大的彈力。

我們也利用市售的竹筷子吊重物，測量出竹筷子能吊很重的金屬墊片，知道竹筷子的抗壓力很強。最後在老師的指導下，用竹桿模仿安南區的竹管厝蓋起房子來；並用簡易的方法，玩起「模仿竹管厝」在風吹雨打和天搖地動下，完整無缺的結果，我們成功了！

壹、研究動機

去年的暑假(111年7月9日)老師開車載我們到台南市安南區十二佃的一個農莊。就在路旁有一間紀念性的「竹籠茨」，我們仔細的觀察整間房子「全部是利用竹子組裝起來」；在竹子和竹子交接的地方是用鑽洞再把竹子鑲接在一起，很牢固。

我們看見的竹桿房子，每面牆都是大枝的竹桿，穿插在一起成田字形，外圍牆壁是用竹片穿插編織而成，再糊上一層泥土、石灰粉末和稻草碎屑攪拌而成，可以使竹片耐久不腐爛，也使牆壁不透風且具有隔熱效果。

回到學校，我們在老師的指引下，開始研究「竹籠茨」的主題。

(教材相關性：自然與生活科技六下-巧妙的施力工具)

貳、研究目的



- 一、從觀察竹管厝四面的牆壁是竹片編織而成；我們利用竹片來打擊玻璃珠和木球，知道竹片彈力大、韌性強。
- 二、從觀察竹管厝，我們利用竹筷子穿插在厚木板的洞穴中，在末端吊重物而不容易折斷的實驗。
- 三、從觀察「竹管厝」的結構中，我們製作的「模型竹管厝」，利用竹片做四周的牆壁，並塗上一層黏土混合物，來試試看風吹雨打。
- 四、從觀察「竹管厝」的屋頂是大竹桿交叉成「人」字型，發現受到風吹雨打的重壓不變形；所以我們利用小竹桿互相交叉再吊重物來驗證，測量出不同夾角吊的重量也不同。

參、實驗架構圖

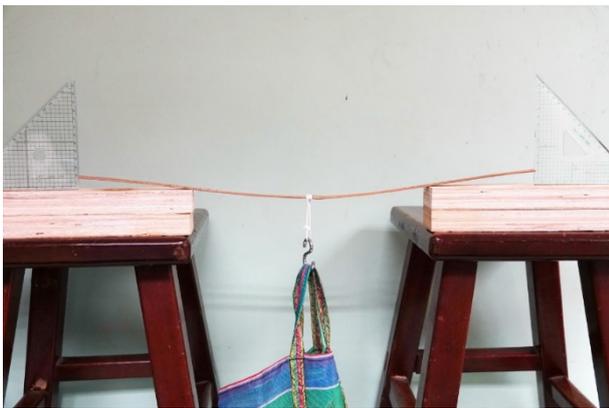
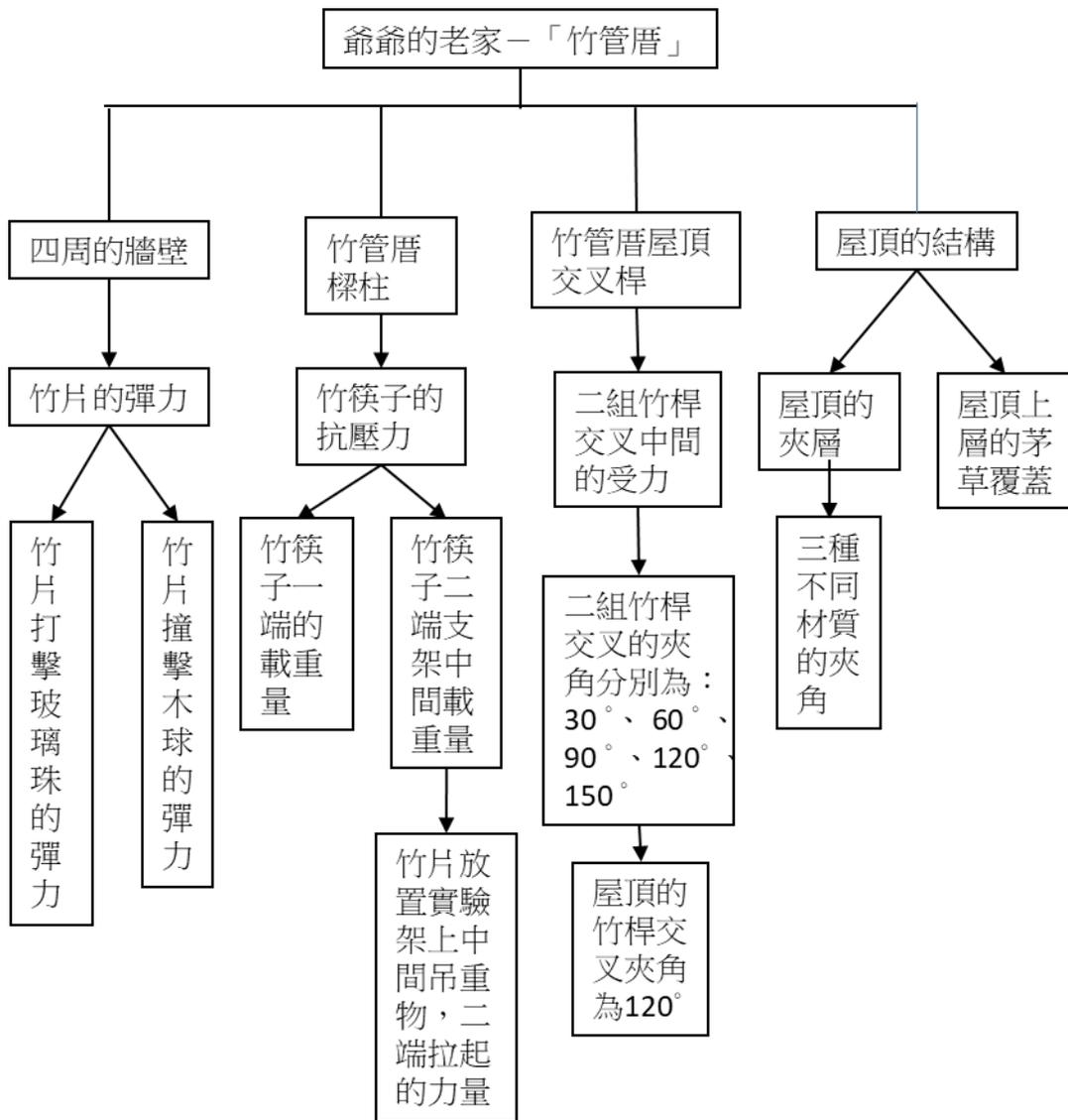


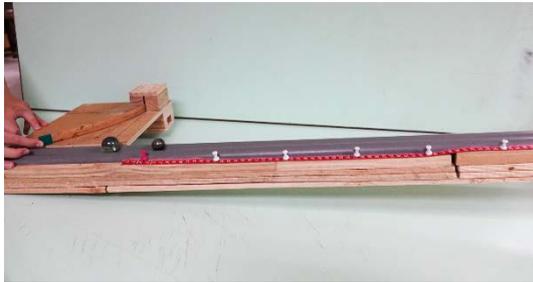
圖 A：竹片放置在桌面上，中間吊重物，二端翹起高度。



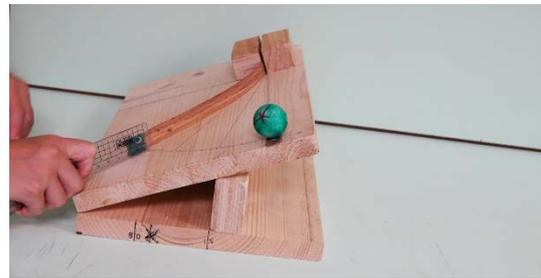
圖 B：「自製竹管厝模型」屋頂為 120° 夾角。

肆、研究設備及器材

一、研究設備：



圖片 1：竹片彈力軌道機



圖片 2：竹片打擊木球台



圖片 3：簡易竹筷抗壓機（1）



圖片 4：簡易竹筷抗壓機（2）



圖片 5：竹片拉力機



圖片 6：自製地震搖晃台

二、實驗器材：

（一）竹材：

1. 竹片：



2. 竹筷子：甲：前端粗：6.0mm，末端細：3.3mm，長度：19.8cm，重量：3.5g
- 乙：前端粗：5.0mm，末端細：3.0mm，長度：19.8cm，重量：2.7g

（二）木材：木塊

（三）其他：

名稱	捲尺	量角器	游標尺	彈簧秤	三角板
數量	1 捲	1 只	1 只	2 台	2 個
名稱	電子秤	鐵片	不鏽鋼夾	鐵鎚	電風扇
數量	4 台	87 個 (120g/個)	1 只	1 個	1 台

伍、文獻回顧

一、「青暝蛇」做大水 溪南寮先民扛茨走溪流

「避水（患）而居」、「順水（域）而生」一向是先民生活的樣貌。曾文溪南岸，也就是今日的台南市安南區，曾有許多屯墾聚落，居民將荒蕪的沙洲整建成農田，以小河道為灌溉溝渠。

早在曾文溪於 1938 年興築堤防前，附近的居民皆戲稱它為「青暝蛇」，因為它河道不定、洪泛不斷，就像瞎眼的巨蛇到處衝撞，所到之處無不是水患漫延。居住於此，需要一種合適的住屋。先民選用竹子搭起一間間沒有地基的傳統民居，竹籠茨（音ㄘˊ）就這樣此起彼落在曾文溪南岸冒出頭，像是竹林一橫一豎地形成了沿岸的村莊。

1928 年秋天的連日豪雨讓曾文溪暴漲，青暝蛇開始翻身四竄，毀家滅村的紀錄再添一樁。「大水來了！大水來了！」溪南寮舊庄的先民們奔相走告，「走溪流喔！走溪流喔！大家快跑！」

眼見溪南寮就要被大水吞沒，先民們趕緊戳破竹管厝牆壁上用來防風的乾泥巴，再用粗壯的竹子穿過空隙，大家協力把整間竹屋扛起來，往南扛遷至現在的溪南寮，其中 18 戶居民再另遷至新吉庄，重新落地生根。至於扛來的竹管厝，只要把戳破的牆壁補起來，就可以繼續居住。（取自 2020/10/26 日上下游記者楊語芸）

二、竹子的特徵

- （一）竹子間有節—堅硬。
- （二）竹子是硬的纖維質，是整枝竹子連接成一束。
- （三）竹子的纖維有彈性、韌性，不易折斷。
- （四）竹子可以整枝削成薄片，更具彈性，可以彎曲，隨意造型。
- （五）竹子的外表光亮、平滑，並有特殊紋路，美觀、耐久不壞。
- （六）竹子纖維是縱向排列，而且纖維是一條到底，不間斷。



圖 1：嘉義清水公園裡的孟宗竹

陸、研究過程與結果

一、問題一：竹片的彈力

(一) 【實驗一】：竹片在塑膠軌道上的彈力

1. 目的：操作竹片不同的彎曲角度打擊玻璃珠，測量玻璃珠在塑膠軌道上撞擊鐵珠滾動的距離，間接知道竹片的彈力大小。

2. 材料：

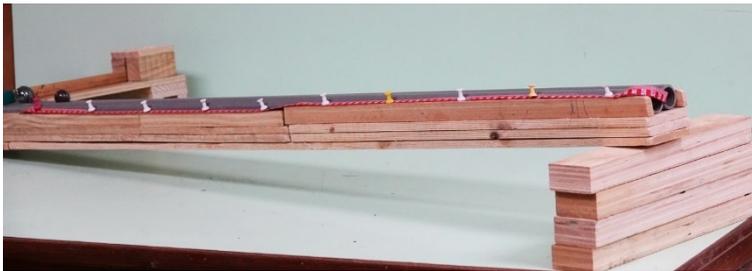
(1) 竹片：長：26.5cm，寬：1.3cm，厚度：0.1cm，重量：9.9g。

(2) 玻璃珠：直徑：2.6cm，重量：19.0g

(3) 鐵珠：直徑：2.0cm，重量：32g

(4) 游標尺

3. 裝置：



圖片 1-1：竹片彈力軌道機

● 塑膠軌道：長：120 cm，寬：7cm，傾斜角度：4.5 度

4. 實作方法：

(1) (方法 1)：竹片的表皮向前（正面）

甲. 在實驗桌上放置竹片彈力軌道機。

乙. 調整軌道機的傾斜角度為 4.5 度。

丙. 把竹片的一端放在木塊的夾縫間。

丁. 拉開竹片的一端，固定在指定的彎曲角度，並用塑

膠尺卡住竹片的另一端（彎曲角度分別為 15°、30°、45°）

戊. 放開塑膠尺，竹片會彈開撞擊玻璃珠。

己. 玻璃珠會在軌道上滾動，又撞擊小鐵珠。

庚. 測量小鐵珠在軌道上滾動的距離。

辛. 操作 10 次，記錄每次滾動距離。



圖 1-2:竹片表皮向後



圖 1-3:竹片表皮向前

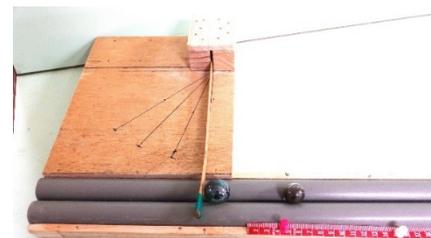


圖 1-4:竹片彈力軌道機的
竹片彎曲角度

(2) (方法2): 竹片的表皮向後(背面): 操作方法和(方法1)相同。

5. 結果

單位: g

次數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
竹片表皮向後	15°	20	22	22	21	20	22	21	20	21	21	210	21
	30°	41	40	41	40	42	41	42	40	42	41	410	41
	45°	77	75	76	77	75	76	77	76	77	75	761	76
竹片表皮向前	15°	10	10	10	9	9	10	10	9	10	9	96	10
	30°	22	24	24	24	22	23	23	23	23	22	230	23
	45°	45	45	45	45	47	46	45	46	46	46	456	46

6. 比較:

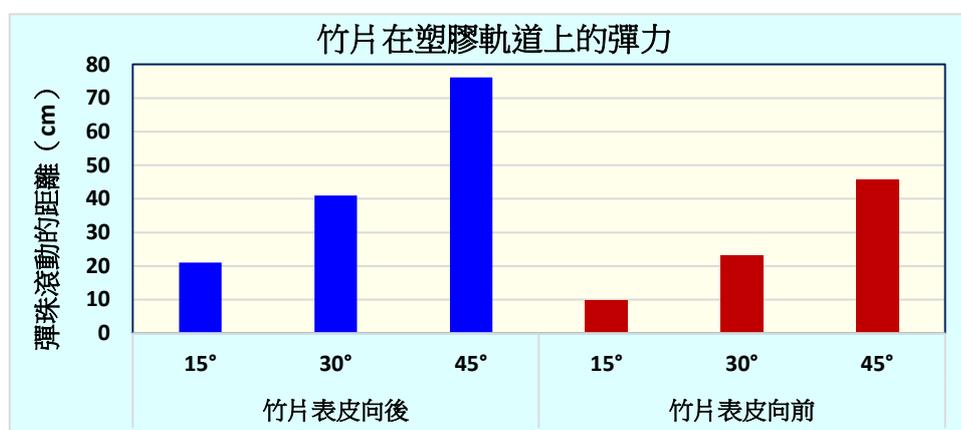


圖 1-5 竹片使彈珠在塑膠軌道上滾動的距離長條圖

7. 討論:

- (1) 把竹片的一端固定，另一端用塑膠尺撥成彎曲，瞬間把竹片放開，竹片會彈出，恢復原來的形狀，也同時產生一鼓力量，把放在軌道上的玻璃珠彈出去，撞擊前面的小鐵珠，從小鐵珠的滾動距離，就可以間接知道竹片的彈力。
- (2) 竹片彎曲的角度越大，彈出的力量越大，玻璃珠會把小鐵珠撞得越遠。
- (3) 表皮向後的竹片，彎曲的程度比較穩定，而且彈力也愈大，彈出的力量產生的撞擊力越強，會把小鐵珠撞得越遠。

(二) 【實驗二】：竹片彎曲不同的角度，在傾斜的發射臺上，撞擊木球的距離。

1. 目的：從不同傾斜角度的操作台上，操作彎曲的竹片來撞擊木球，測量木球移動的距離，瞭解竹片的彈力。

2. 材料：

(1) 竹片打擊木球台（高度：50cm，可調整傾斜角度，水平、15 度、30 度和 45 度）

(2) 竹片：長：26.5cm，寬：1.3cm，厚度：0.1cm，重量 26g。

(3) 木球：（大木球：直徑：3.0cm，重量：7.7g；

中木球：直徑：2.0cm，重量：2.9g；

小木球：直徑：1.5cm，重量：0.6g）

(4) 捲尺：1 捲（5m）

(5) 量角器：1 個；游標尺

3. 裝置：



圖 1-3：竹片打擊木球台在水平狀態



圖 1-4：竹片打擊台成傾斜角度（45°）

4. 實作方法：

（方法 1）：竹片的表皮向前

(1) 在教室空曠處選一個適當的地點。（沒有風吹的外力，也沒有同學走動的地點）

(2) 按照實驗的高度，放置操作台。

(3) 依照實驗傾斜的角度（水平、15°、30°、45°），和竹片拉開的角度，打擊木球。

（小、中、大木球三個）

(4) 測量木球被打擊落地的距離。

（方法 2）：竹片的表皮向後

實作方法和（方法 1）相同。

5. 實驗結果：

(1) 結果 1：竹片彎曲角度 15 度，木球擊出的平均距離

木球	小球		中球		大球	
竹片表皮方向	表皮向前	表皮向後	表皮向前	表皮向後	表皮向前	表皮向後
水平	59.9	106.6	25.1	68.1	9.6	28.9
15 度	77.3	115.5	36.3	57.4	10.6	17.9
30 度	75	116.5	39.0	70.0	0	22.5
45 度	62.5	102.0	36.7	56.0	0	0

(2) 結果 2：竹片彎曲角度 30 度，木球擊出的平均距離

木球	小球		中球		大球	
竹片表皮方向	表皮向前	表皮向後	表皮向前	表皮向後	表皮向前	表皮向後
水平	168.1	241.6	99.1	150.6	54.7	91.3
15 度	233.5	332.5	132.5	198.0	66.5	93.8
30 度	250.0	373.5	114.0	195.5	47.0	107.0
45 度	335.5	387.5	138.0	206.0	36.0	78.0

(3) 結果 3：竹片彎曲角度 45 度，木球擊出的平均距離

木球	小球		中球		大球	
竹片表皮方向	表皮向前	表皮向後	表皮向前	表皮向後	表皮向前	表皮向後
水平	249.0	393.8	165.0	220.7	85.0	140.8
15 度	427.0	521.5	207.0	289.5	109.5	164.0
30 度	463.0	550.5	248.0	372.5	77.5	165.0
45 度	529.5	742.0	259.5	381.5	52.0	124.0

6. 比較

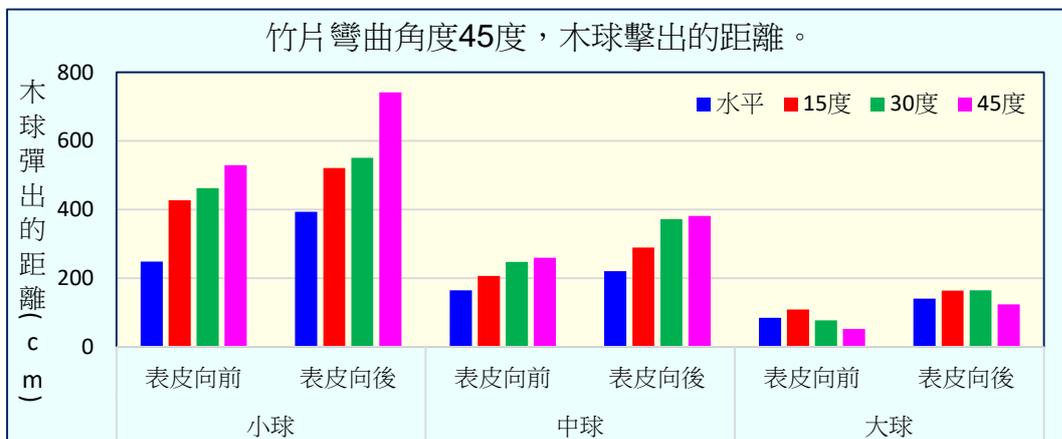
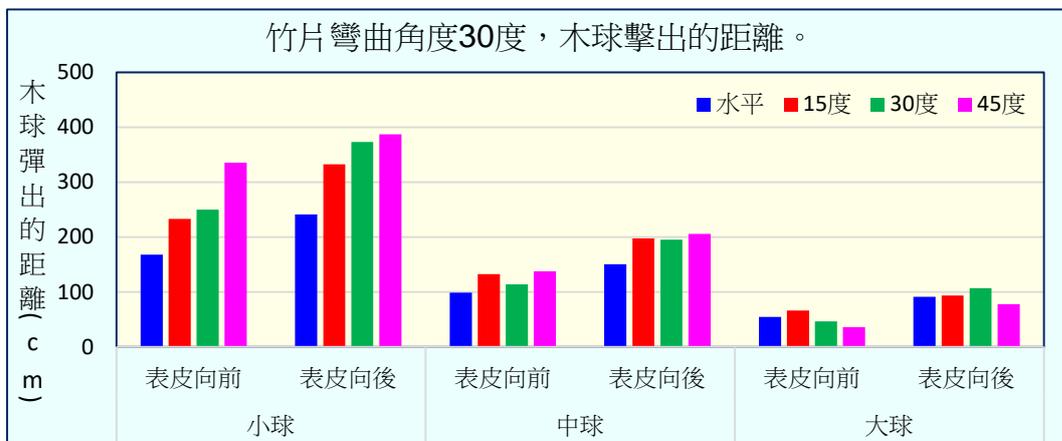
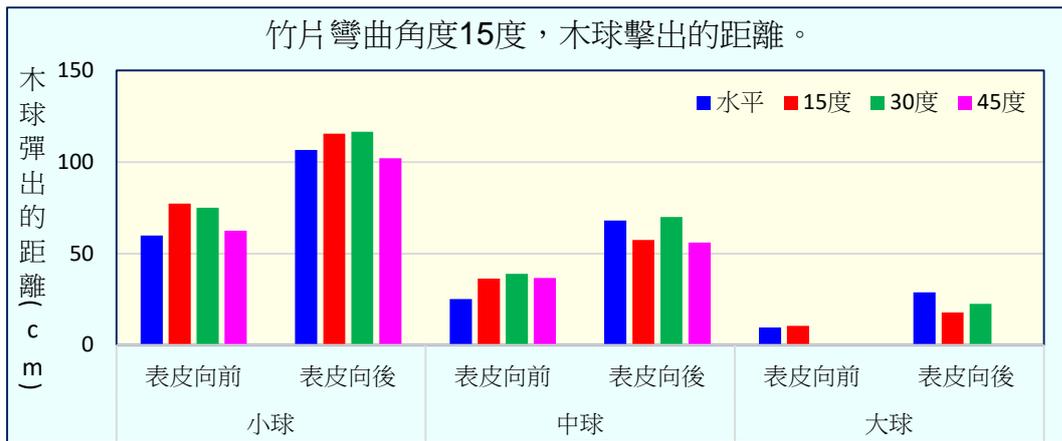
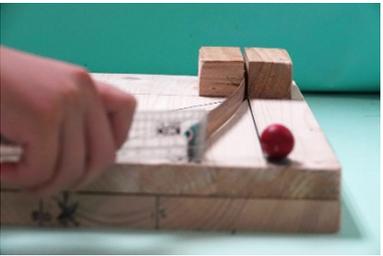
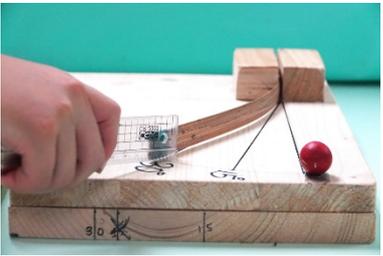
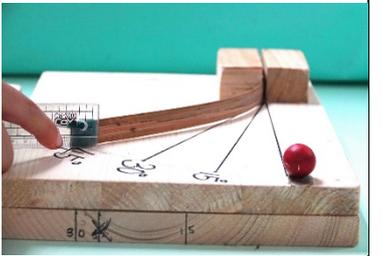
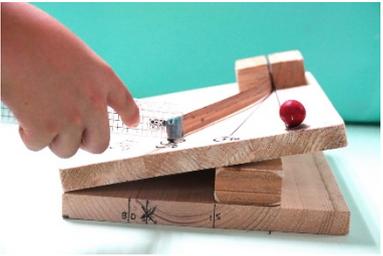
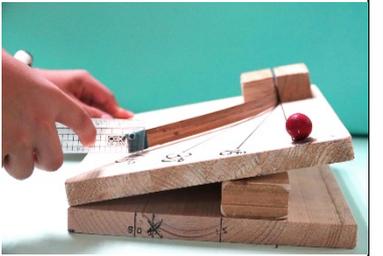
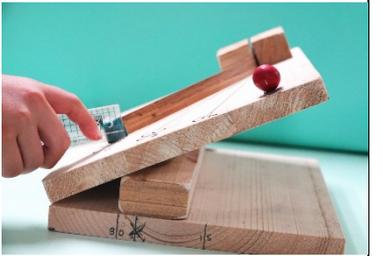
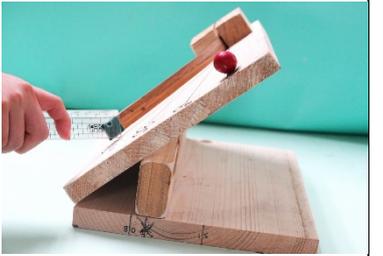


圖 1-6：竹片彎曲不同的角度，木球擊出的距離長條圖。

(三) 討論：

1. 利用竹片彎曲來打擊木球，可以測出竹片的彈力大小。在不同的傾斜台上，用竹片打擊木球，也會有不同的結果。經過實測結果：發現操作台在水平面時，竹片彎曲的角度愈大，木球擊出得最遠，也就是竹片彎曲角度愈大時，彈力會愈大。
2. 當竹片彎曲角度一定時，在不同傾斜面的操作台上，操作台傾斜的角度在 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 時，小木球彈得愈遠；表示竹片的彈力一定時，小木球彈出的角度會影響彈出的距離。也就是小木球彈出時和地面的夾角和彈出距離是有關係的。夾角在 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 之間彈出距離最遠。
3. 我們也做傾斜角度 50 度和 60 度時，小木球彈出距離反而比 30 度、40 度時較小（竹片拉開角度相同時），可是彈出的高度比較高。

項目		竹片拉開的彎曲角度		
		15°	30°	45°
操作臺 傾斜角度 單位： 度	水平			
	15 度			
	30 度			
	45 度			

二、問題二：竹筷子的抗壓實驗

(一) 目的：觀察市售的衛生竹筷子，粗端插入木塊的洞穴中，另一端吊上重物，測量竹筷子斷裂時的載重量，瞭解竹筷子的抗壓承受力。

(二) 材料：

1. 簡易竹筷子抗壓器、金屬墊片、磅秤、花磚、尼龍袋、絕緣膠帶、S 不鏽鋼鉤、游標尺
2. 竹筷子：市售的二種不同規格的竹筷子

(1) 甲：前端粗：6.0mm，末端細：3.3mm，長度：19.8cm，重量：3.5g

(2) 乙：前端粗：5.0mm，末端細：3.0mm，長度：19.8cm，重量：2.7g

(三) 實驗過程：

1. 實驗 1：把竹筷子的粗端插入大型木塊的洞穴中，另一端吊金屬墊片，測量竹筷子的抗壓重量。

(1) 裝置與操作方法

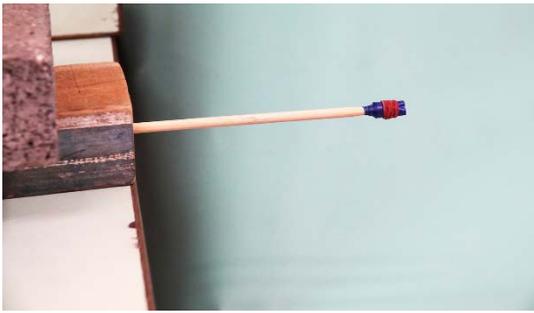
	
簡易竹筷子抗壓器 將竹筷子粗的一端插入洞穴中	將墊片一個個放入尼龍袋中
	
一直到竹筷子斷裂	測量承載墊片的重量

圖 2-1：抗壓實驗操作方法（竹筷子一端插入洞內）

(2) 二種規格的竹筷子都做實驗 10 次，共 20 次。

(3) 把測試的結果記錄下來。

(4) 竹筷子的另一端吊墊片時容易滑落，可以在竹筷子的末端貼上絕緣膠帶。

2. 實驗 2：竹筷子的二端分別插入二塊木塊的二個洞穴中，

在竹筷子的中心吊上金屬墊片，測量竹筷子斷裂時的載重量。

(1) 裝置與操作方法

	
<p>竹筷子抗壓器 竹筷子二端分別插入二木塊的洞穴中。 (插入深度一樣長)：4cm</p>	<p>將墊片一個個放入尼龍袋中，一直到竹筷子斷裂，最後測量承載墊片的重量。</p>

圖 2-2：抗壓實驗操作方法（竹筷子二端插入洞內）

- (2) 取出斷裂的竹筷子，測量斷裂的位置（二個位置）。
- (3) 二種規格的竹筷子都做實驗 10 次，共 20 次。
- (4) 把測試的結果記錄下來。



圖 2-3：竹筷斷掉的情形（竹筷子二端插入洞內）

(四) 實驗結果：

1. 結果 1：

單位：gw

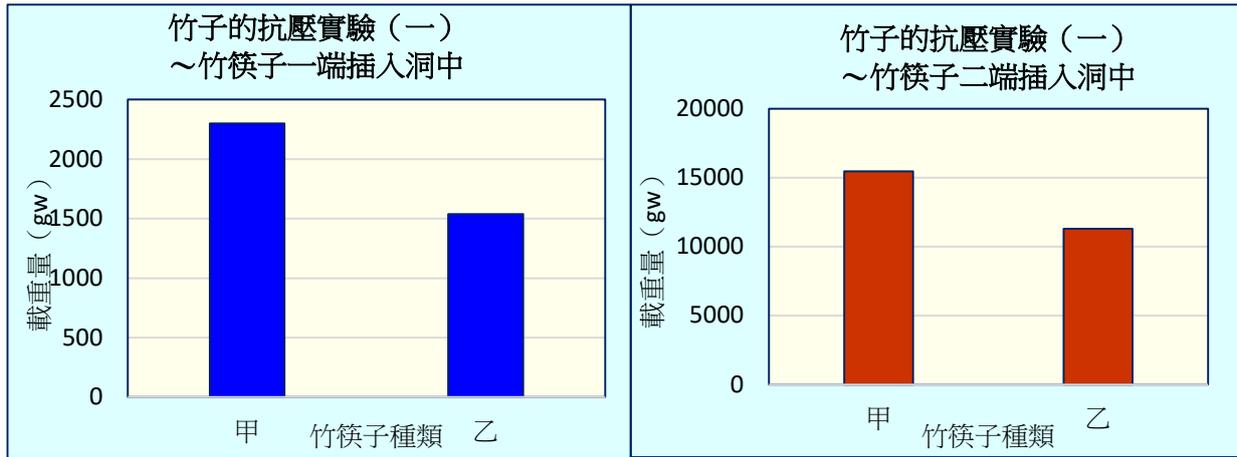
次數 品牌	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
甲	2340	2664	2376	1908	2340	2196	1975	2196	2340	2664	22999	2300
乙	1440	1616	1080	1692	1656	1404	1456	1584	1440	2016	15384	1538

2. 結果 2：

單位：gw

次數 品牌	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
甲	14598	14598	13626	16788	15273	15173	14848	14598	18423	16698	154623	15462
乙	11855	10270	11420	11650	10088	10620	11050	11650	13162	11152	112917	11292

(五) 實驗比較



(六) 討論

1. 在(問題二)的二個實作中，是把竹筷子分別插入木塊的洞穴中，然後在末端吊上重物，觀察二支不同粗細的竹筷子，在末端吊上重物，測量筷子所能承受的力，結果發現口徑較大的承受力大；口徑小的承受力小。怎麼會這樣呢？竹筷子的承受力和它的彈性是相關的。
2. 在(實驗2)的實驗中是一支竹筷子的二端分別插入二個木塊的洞穴中，在竹筷子的中間吊上重物，結果竹筷子會從較粗的一端折斷，而且載重量最大。

(七) 疑問與發現：在上面的實作中，發現竹筷子每次彎曲折斷的地方，都在竹筷子的粗端，也就是較粗的地方，怎麼會這樣呢？

項目	筷子末端吊重物	筷子兩端插入洞中，中間吊重物。
甲類 竹筷子		
乙類 竹筷子		

三、問題三：竹桿平放在二張分開的桌子中間，在中心點懸吊 1800g 的鐵製墊片，
觀察測量竹桿二端點上翹的高度。

(一) 我們的想法：竹筷子的兩端都插入二個大木塊的洞穴中，可是當我們在竹筷子的中心吊上重物，**插在洞穴中的竹筷子會產生什麼變化，我們看不見，所以就設計下面的實驗來觀察。**

(二) 目的：

1. 從實驗操作「一支竹桿平放在分開桌面上，懸吊重物，觀察**竹桿二端翹起的高度。**
2. 想間接知道竹桿二端有一股向上的力量。

(三) 材料：二張同高的桌子，竹桿：長 55cm，口徑：A：平均 9.5mm，B：平均 7.0mm、捲尺、三角板、S 不鏽鋼鉤、塑膠袋、墊片（共 1800g）、游標尺。

(四) 裝置：細的一端平均：7.0mm，

粗的一端平均 9.5mm。



圖 3-1：竹桿中間掛重物，二端翹起實驗。

(五) 操作方法：(探索竹竿彎曲折斷在竹筷子頂端原因)

1. 在間距 24、26、28、30、32、34cm 的中間，懸吊重量相同的墊片。(12 片的中心)
2. 用直角三角形的直角邊，靠近竹桿二端，測量竹桿離開桌面的高度。

(六) 實驗步驟

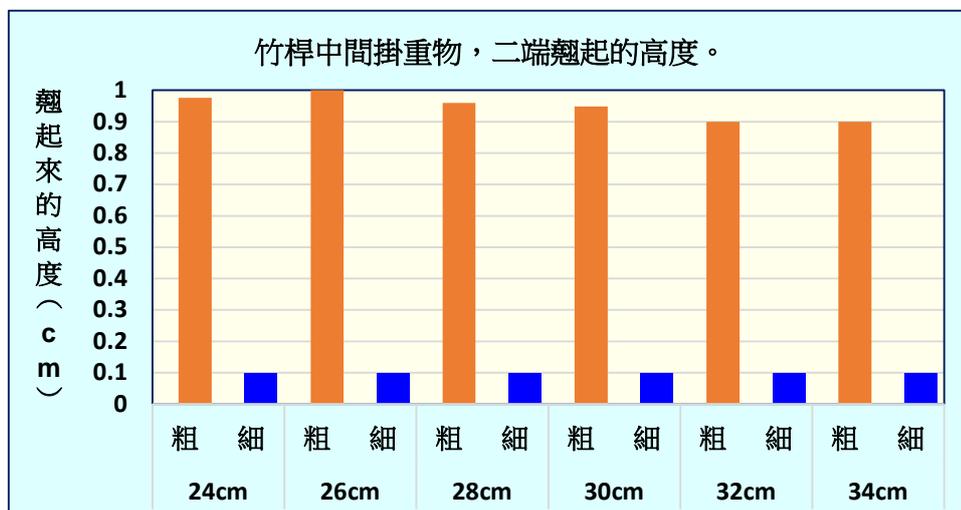
1. 把二張桌子拉開，相距（間距）分別為 24、26、28、30、32、34cm。
2. 在間距的中心點（也就是竹桿的中心），用棉線固定，並能懸吊 S 鉤。
3. 在竹桿中心懸吊 12 塊墊片重量 1800g，測量竹桿二端翹起的高度。
4. 分別做完間距：24、26、28、30、32、34cm 懸吊 12 片墊片的操作（各操作 5 次）

(七) 結果：竹桿兩端翹起來的高度

單位：cm

桌面間距	24cm		26cm		28cm		30cm		32cm		34cm	
兩端口徑 次數	粗	細	粗	細	粗	細	粗	細	粗	細	粗	細
1	0.96	0.10	1.12	0.10	0.96	0.10	0.96	0.10	0.90	0.10	0.90	0.10
2	0.96	0.10	1.00	0.10	0.96	0.10	0.96	0.10	0.90	0.10	0.90	0.10
3	0.96	0.10	1.00	0.10	0.96	0.10	0.90	0.10	0.90	0.10	0.90	0.10
4	1.00	0.10	1.00	0.10	0.96	0.10	0.96	0.10	0.90	0.10	0.90	0.10
5	1.00	0.10	0.96	0.10	0.96	0.10	0.96	0.10	0.90	0.10	0.90	0.10
合計	4.88	0.50	5.08	0.50	4.80	0.50	4.74	0.50	4.50	0.50	4.50	0.50
平均	0.98	0.10	1.02	0.10	0.96	0.10	0.95	0.10	0.90	0.10	0.90	0.10

(八) 比較



(九) 討論

1. 在上面的實驗中，我們利用二端粗細不同的竹桿來替代粗細不同的竹筷子，做吊吊看的實驗，結果太令人高興：「竹桿粗的一端，翹起的高度比較細的一端高出很多。」這代表著翹越高的那邊承受的力量越大；較細的一端承受的力量較小。

2. 因為這樣的結果，我們大膽的假設：

竹筷子粗細不同的二端分別插入木塊的洞穴中，在中間吊上重物，都會有一股力量在粗、細二端的洞穴中翹起來，而且在竹筷子較粗另一端翹起的高度會越高，可是被洞穴的壁擋住，也會轉變成較大的力量，而最後從粗的一端斷掉。

四、問題四：竹片兩端翹起的力量測量

(一) 目的：想知道當竹片中間掛重物時（鐵片），竹片兩端翹起的力量有多大？

(二) 材料：

1. 重物（鐵片，每片 150g，12 片重量：1800g）、竹片拉力機、彈簧秤
2. 竹片：竹片的兩端，甲端寬度 1.48cm，乙端寬度 1.18cm，竹片形狀由甲端的寬，

漸漸的到乙端變窄，是漸漸的變窄，竹片形狀：



(三) 裝置

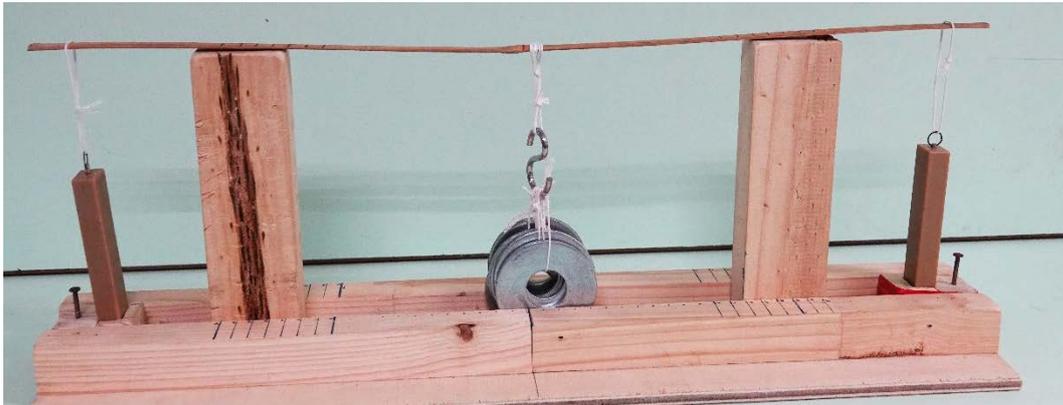


圖 4-1：竹片兩端翹起的力量測量實驗裝置

(四) 操作方法

1. 把實驗的竹片架在拉力機上。
2. 將竹片的兩端利用棉線，吊在竹片二端地方，調整彈簧秤拉力正好固定著。
3. 將 S 鉤掛到竹片的中心點地方。
4. 在 S 鉤掛上墊片 12 片，重量為 1800g。
5. 竹片兩側的 0 點對正木塊內側邊緣（起點）。
6. 觀察記錄竹片二端拉起彈簧秤的力量，並記錄下來。
7. 接著向外移動二塊木塊到 1→2→3→4 的地方，分別仔細觀察彈簧秤的拉力。
8. 每個實驗都做五次，記錄下來求平均值。

(五) 變因方面：

1. 操縱變因：竹片外移的距離
2. 控制變因：竹片高度、相同鐵片和竹片、相同彈簧秤、相同拉力機、竹片長度一致
3. 應變變因：當竹片中間掛重物時，兩末端翹起的力量大小。

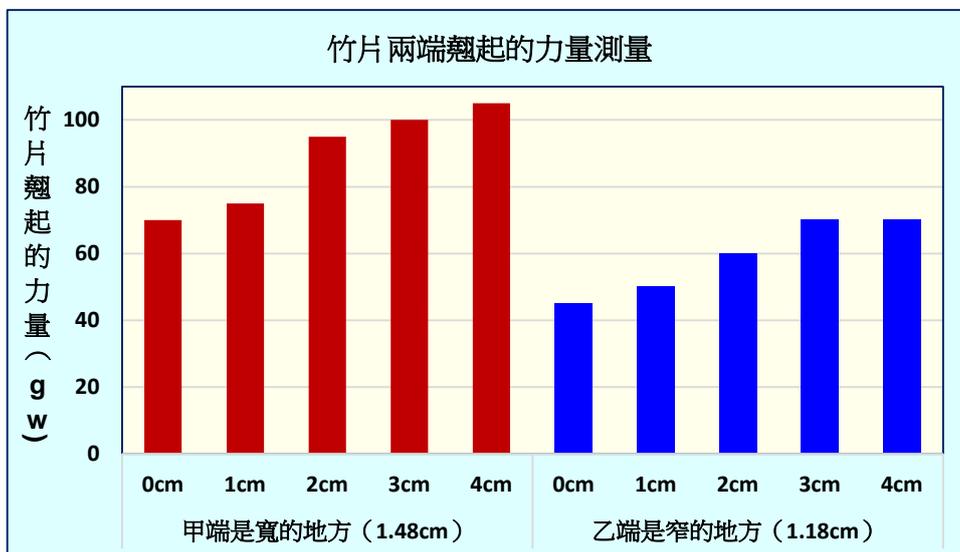
(六) 實驗結果：

兩末端翹起的力量：gw

外移的距離 次數	甲端是寬的地方 (1.48cm)					乙端是窄的地方 (1.18cm)				
	0cm	1cm	2cm	3cm	4cm	0cm	1cm	2cm	3cm	4cm
0	70	75	95	100	105	50	50	60	70	70
1	70	75	95	100	105	40	50	60	70	70
2	70	75	95	100	105	40	50	60	70	70
3	70	75	95	100	105	40	50	60	70	70
4	70	75	95	100	105	50	50	60	70	70
5	70	75	95	100	105	50	50	60	70	70
合計	420	450	570	600	630	270	300	360	420	420
平均	70	75	95	100	105	45	50	60	70	70

(七) 比較

單位：克重



(八) 討論

1. 在竹片的中心吊上金屬墊片的重物時，靠在桌面的竹片會在桌子的邊緣二端形成反彈的力量，也就是反作用力，使竹片的二端翹起來，反作用力越大，翹起的力量會越大，也會翹得更高。
2. 模仿竹筷子的二端粗細不同，分別插入二個大木塊的洞穴中，在中間吊上重物；當重物超過負荷時，竹筷子會在較粗的一端斷裂。表示竹筷子插在洞穴中較粗的一端產生的反作用力越大。

五、問題五：一對交叉的竹桿，在夾角間放置一根竹桿，竹桿中間架上 12 片金屬墊片後，會在四個底座上產生多大的重力？

(一) 目的：想知道兩組相交叉的竹桿，在中間放置竹桿，又在竹桿中間懸吊 12 個金屬墊片（重量 1800g），當二組交叉的竹桿夾角不同時，竹桿底座的壓力有什麼變化。

(二) 材料：

交叉的二對竹桿（竹桿的長度：A.B；C.D 均為 44.5cm，重量：每支的重量都調整為 75g），中間的竹桿（長 58cm）、金屬墊片（12 片）共 1800g，電子秤（一樣的品牌）、量角器、記錄表。

(三) 裝置與操作過程：



圖 5-1：竹桿交叉的夾角為 30°



圖 5-2：竹桿交叉的夾角為 60°

(四) 操作方法：

1. 利用棉線把交叉的竹桿支架固定。（夾角分別為： 30° 、 60° 、 90° 、 120° 、 150° ）
2. 把 58cm 的竹桿架在支架的夾角上，使二端的 24cm 都架在支架上，間隔為 48cm。
3. 在支架中心吊上 12 片金屬墊片，共 1800g。
4. 在二組交叉的竹桿底端放置相同的電子秤（校對完成）。
5. 測量四個底端的重量。



圖 5-3：竹桿交叉的夾角為 90°



圖 5-4：竹桿交叉的夾角為 120°

(五) 測量結果：底端的重量 (gw)

1.結果 1：

單位：gw

2.結果 2：

單位：gw

角度 墊片	竹竿交叉 30 度				竹竿交叉 60 度			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	157	507	379	156	268	273	257	200
2	177	471	400	160	280	280	248	239
3	244	386	388	154	263	277	277	196
4	218	380	414	207	264	263	263	228
5	112	370	402	162	247	267	267	198
合計	908	2114	1983	839	1322	1360	1312	1061
平均	182	423	397	168	264	272	262	212
總計	1170				1010			
總平均	293				253			

3.結果 3：

單位：gw

4.結果 4：

單位：gw

角度 墊片	竹竿交叉 90 度				竹竿交叉 120 度			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	251	251	226	258	254	245	254	252
2	236	247	213	258	254	252	224	210
3	254	252	219	263	228	220	238	221
4	239	258	220	244	247	237	222	222
5	260	248	219	266	247	235	244	220
合計	1240	1256	1097	1289	1230	1189	1182	1125
平均	248	251	219	258	246	238	236	225
總計	976				945			
總平均	244				236			

5.結果 5：

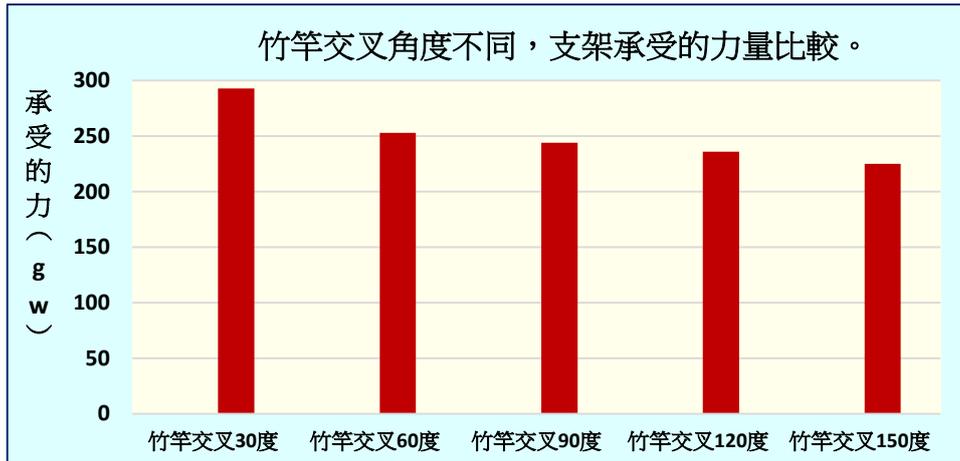
單位：gw

角度 墊片	竹竿交叉 150 度			
	A	B	C	D
1	236	194	149	307
2	220	240	222	244
3	224	212	191	251
4	204	210	202	303
5	225	220	206	234
合計	1109	1076	970	1339
平均	222	215	194	268
總計	899			
總平均	225			



圖 5-5：竹桿交叉的夾角為 150°

(六) 比較



圖：5-6 竹竿交叉角度不同，支架承受的力量長條圖。

(七) 討論

1. 我們把 4 支竹桿，每 2 支製作成交叉的夾角，分別是 30° 、 60° 、 90° 、 120° 、 150° 然後固定。在每二支相同夾角之間架上一支竹桿，並在設計的實驗架上做吊重物的實驗，主要的目的是想知道不同的夾角吊上相同的重物（1800g），在 4 個交叉桿的底端產生的重力，是否有規律性。
2. 我們仔細的操作發現交叉角越小時，在 4 個端點產生的重力越大；而夾角越大竹桿，產生的重力越小。
3. 我們想：架在交叉支架中心的 1200g 重的墊片，壓在不同夾角的支架上，怎麼會產生不同的壓力呢？難道壓在微量天平上傾斜的角度，不同的支架產生的力量會有不同嗎？



圖：5-7 竹桿交叉角度不同，載重量的比較。

六、問題六：竹管厝的模型，屋頂夾角 120 度，屋頂樑柱吊上 1800g（12 片金屬墊片），
在四個底邊支柱所受的力量有多大呢？

（一）目的：我們的目的是要蓋一座竹管厝，所以要測量所蓋的竹管厝四個支柱底端會承受多大的力，才知道這座竹管厝的安全性。

（二）材料：和（問題五）相同。

（三）裝置：



圖 6-1：竹管厝屋頂樑柱的結構

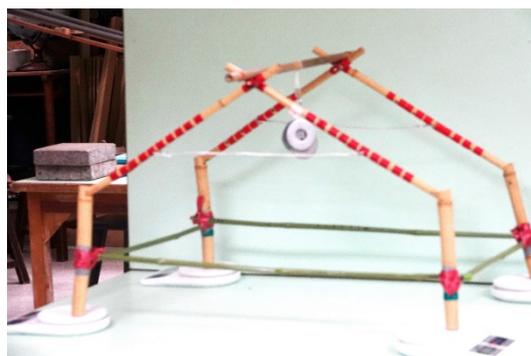


圖 6-2：在四個支柱底下所承受的力量

（四）操作方法：和（問題五）相同。（交叉竹桿的夾角為 120° 時，測量四個底端在電子秤上的重量）

（五）測量結果：底座的重量（gw）

數量		1	2	3	4	5	合計	平均	總計	總平均
前面	A	246	230	234	214	235	1159	232	939	235
	B	204	250	222	220	230	1126	225		
後面	C	159	232	201	212	216	1020	204		
	D	317	254	261	315	244	1391	278		

（六）討論：

1. 我們觀察安南區的竹管厝屋頂的夾角大約是 120°，所以我們回到學校以竹管厝為科展主題，也想製作一間竹管厝，因為是第一次，在大家討論下決定屋頂的夾角是 120°。
2. 在（問題五）的實驗中，我們測量二支竹桿的夾角分別為 30°、60°、90°、120°和 150°，在支架中心吊 1800g 的金屬墊片，結果發現夾角越大，在四個底座的壓力會越小。雖然二根竹竿交叉夾角在 150° 時，在四個支柱底下的承受力最小，可是製造成的屋頂太平了，下雨時，雨水流暢不佳；所以我們選擇夾角 120° 的竹桿夾角來製作竹管厝樑柱的夾角，空間大既美觀又省力。

七、問題七：設計製作一間模擬爺爺老家的「竹管厝」

(一) 目的：想利用竹子的特性，如竹片的彈力和韌性特別強；竹筷子的抗壓力能承載重物而不易斷裂；交叉竹桿的承載重物是特別強等，來設計建造一間竹管厝，用來測量它的防風、防雨、防熱、保暖和防震的功能，也就是不怕風吹雨打，天搖地動的日子。

(二) 設計的想法和步驟

1. 參觀安南區「能被搬運的竹管厝」，發現它的特質。

2. 全是竹桿組合而成，沒有鐵釘和鐵絲纏繞。

3. 利用竹桿的特徵來做材料；

利用竹片來編織牆壁。

4. 製作不是很困難。

5. 購買小型的竹桿為材料。

6. 在老師指導下，畫設計圖。

(三) 製作過程

1. 按照設計圖準備不同粗細、
大小的竹桿。

2. 測量設計圖房屋的竹桿長度。

3. 請老師協助，把竹桿鋸成所要的長度。

4. 把鋸好的竹桿兩端用砂紙磨平。

(四) 在老師指導下建造模型「竹管厝」

1. 準備「竹管厝」的底座，長 45cm，寬 32cm，厚 1.75cm 的木心板。

2. 設計描繪「竹管厝」的位置，標示支柱的位置，並畫上圖型的規格。

3. 請老師在「底座木板上鑽洞」。

4. 把左右各三根的柱子插入洞中，測試穩定性（如圖），二邊都試試看。



圖 7-1：十二佃竹管厝



圖 7-2：設計模型竹管厝的底座並繪圖



圖 7-3：在底座鑽洞，試著插入柱子再取出來鑽洞

5. 請老師在我們設計的支柱上鑽小洞，可以穿刺更小的木條，來固定柱子。

6. 把二排穿刺好的柱子，固定在底座的木心板上，並用白膠黏住固定。



圖 7-4：把二邊的三根柱子插入細木條固定

圖 7-5：把二面外牆的柱子固定在底座上

7. 「竹管厝」的地基做好了。



圖 7-6：利用巴沙木、珍珠板和薄木板分層的蓋住屋頂

圖 7-7：在屋頂上黏上茅草

8. 建造房屋前後二面的牆，用竹片和竹桿並列黏接起來。

9. 「竹管厝」建造完成。



圖 7-8：用竹片編織前後兩面牆壁

圖 7-9：用竹片鋪上地板，「竹管厝」建造完成。

八、問題八：製作完成了「爺爺竹管厝」的模型，提出下面的實驗問題

(一) (實驗一)：風吹雨打，爺爺的模型「竹管厝」禁得起考驗嗎？

1. 目的：想試試看做好的竹管厝用強力電風扇吹，也用水噴灑，觀察房屋裡面的變化。
2. 材料：模型竹管厝、強力電風扇、保麗龍球（大球：重量 6.3g、直徑 9cm，中球：重量 4.5g、直徑 7cm，小球：重量 2.2g、直徑 5.5cm）、灑水器、上皿天平、衛生紙球：5 粒測出的重量分別為 10g

3. 實驗方法：

(1) 方法 1：相同風力，吹送大小不同的保麗龍球

- 甲. 在「竹管厝」模型屋內的地板中央分別放置大、中、小保麗龍球。
- 乙. 在竹管厝的一邊放置一台強力電風扇（距離竹管厝 50cm、100cm）。
- 丙. 打開電風扇使得葉片轉動，產生風力，持續 30 秒。
- 丁. 觀察屋內的地板上大、中、小保麗龍球被風吹送後滾動的距離。
- 戊. 相同方法做五次。



圖 8-1：模擬風吹的實驗

(2) 方法 2：模擬雨水的噴灑

- 甲. 在「竹管厝」內的地板，每次放置 1 粒衛生紙球(秤重量)為 W_1 ：10g，共做 5 次。
- 乙. 利用灑水器從「竹管厝」的上方噴下水三分鐘。
- 丙. 經過 5 分鐘後取出衛生紙球，再秤重量，記錄五次的衛生紙球增加的重量。



圖 8-2：模擬雨水的噴灑實驗

4. 實驗結果：

(1) 結果 1：風力大小：保麗龍球被吹動的距離

單位：cm

次數	1	2	3	4	5	合計	平均
保麗龍球							
大保麗龍球	7	12	8	10	10	47	9
中保麗龍球	4	5	5	6	5	25	5
小保麗龍球	3	3	4	3	4	17	3

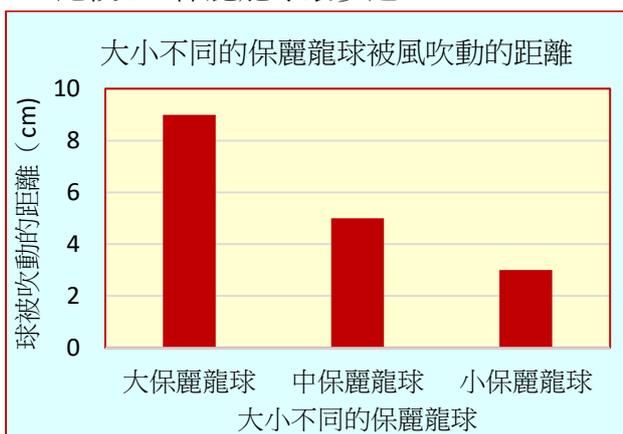
(2) 結果 2：模擬雨水噴灑：衛生紙球增加的重量

單位：g

次數	1	2	3	4	5	合計	平均
紙球							
原來重量	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	50.0	10.0
噴水後重量	10.2	10.3	10.5	10.4	10.5	51.9	10.4

5. 比較：

比較 1：保麗龍球滾多遠



比較 2：衛生紙球增重多少

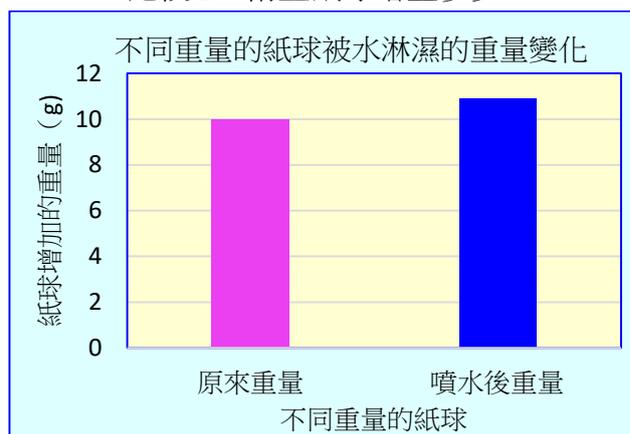


圖 8-3：風吹雨打實驗後長條圖

6. 討論

- (1) 在竹管厝內的球，在大球、中球、小球被吹動距離，平均分別為：大球移動 9cm，中球移動 5cm，小球移動 3cm，所以越大的保麗龍球迎風面大，被吹得越遠，而小球被牆壁遮住，移動較近。
- (2) 分別把 5 粒衛生紙球放進「竹管厝模型」內，再從上面模仿下雨的噴水 3 分鐘，結果衛生紙粒增加的重量很少，都在 1g 以內，表示雨水不會進入竹管厝內。

(二) (實驗二)：天氣寒冷、酷暑在竹管厝內溫度的變化

1. 目的：想實作來知道天氣寒冷或悶熱時，在「竹管厝」內會不會有調節溫度的功能。
2. 材料：竹管厝模型、溫度計
3. 實驗方法：
 - (1) 實驗 1：天氣悶熱的日子，112 年 1 月 31 日，今天的氣溫：16°C（早上 8：00 的氣溫 16°C），測量時間：8：00、10：00、12：00、14：00、16：00。
 - (2) 實驗 2：天氣寒冷的日子，112 年 2 月 1 日，今天 8：00 的氣溫：12°C 測量時間和實驗 1 相同
 - 甲. 把「竹管厝」放置在陽光下，並在裡面放置溫度計。
 - 乙. 在陽光下放置溫度計。
 - 丙. 經過 2 小時後，記錄竹管厝的室內和室外的溫度。
 - 丁. 紀錄並比較溫度的高低。
4. 結果：

日期	時間 溫度	位置	8：00	10：00	12：00	14：00	16：00
112 年 1 月 31 日	天氣 悶熱	室外	16	28	35	27	23
		室內	15.5	21	25	26	22
		相差	0.5	7	10	1	1
112 年 2 月 1 日	天氣 較冷	室外	12	16	18	17	15
		室內	11	14	15	15	14
		相差	1	2	3	2	1

5. 比較：

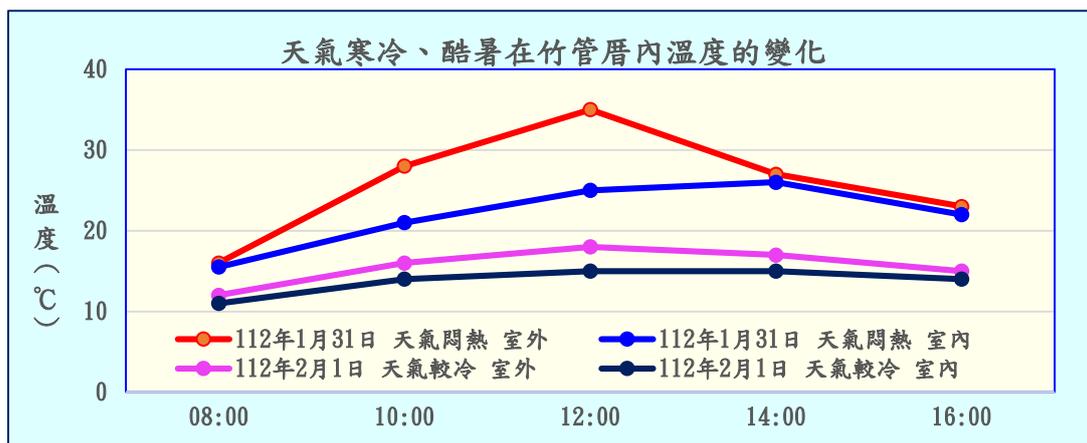


圖 8-4：天氣冷熱在竹管厝內溫度的變化

6. 討論

- (1) 在天氣酷熱時，從上午 8：00 到下午 4：00，室外的溫度比竹管厝內的溫度高，尤其是 10：00~12：00 溫度相差最多，代表竹管厝有隔熱的功能。
- (2) 在天氣寒冷時，竹管厝外溫度從早上的 12°C，中午的 18°C，下午的 15°C，氣溫偏低，竹管厝內的溫度比室外的溫度低 1~3°C，所以保溫效果不明顯。

(三) (實驗三)：天搖地動，「竹管厝」按耐得住嗎？

1. 目的：想從「竹管厝」放置在自製的地震搖晃台上接受震動的活動，再觀察「竹管厝」內地板上木塊倒塌情形；也觀察「竹管厝」在地震後，支柱及屋頂的歪斜狀況。
2. 器材：自製地震搖晃台、「竹管厝」、麻繩、鐵鎚（撞擊器）淨重：2.6Kg、家具
3. 裝置：



圖 8-5：天搖地動實驗

4. 實作方法：

- (1) 布置好自製的地震搖晃台。
- (2) 把「竹管厝」放置在地震搖晃台上。
- (3) 把綁麻繩的鐵鎚從 30cm 高的地方放下，就會讓「地震搖晃台」上下震動。
- (4) 觀察「竹管厝」內的木塊移動的情形，也觀察「竹管厝」損壞的情形。

5. 討論：

- (1) 竹管厝因為地震的木板搖晃很大，會上下左右搖晃，外牆有少部分脫落，屋內的地板也有凸起。
- (2) 屋頂很牢固不受影響，整個屋子也沒有歪斜。當地震時，會因為上下左右的振動，產生摩擦的聲音。「ㄊ一~尸义所 ~」「ㄊ一~尸义所 ~」
- (3) 屋內的桌子、椅子和床，都是木塊做的模型，當地震時，桌子、椅子會隨著搖動，但不會傾倒。床比較大又低，所以地震時，沒有移動。
- (4) 我們也試著去推動地震台，使產生較大的地震，可是裡面的家具並沒有翻倒，只有較大的移動；整間竹管厝沒有受到傷害。

(四) (實驗四)：環境不適可以抬著搬家

1. 目的：想從文獻資料中：「台南市安南區溪南寮」在民國初年曾文溪氾濫，河水暴漲時，農人把安置在曾文溪畔的「竹籠茨」利用人力抬到安全的地方。這樣事實可以證明「竹籠茨」是可以搬動的。
2. 材料：照片取自網路「上下游」新聞



圖 8-6：「扛茨走溪流」活動照

3. 探索我們製作的「竹管厝」是否可以搬運
 - (1) 製造的「竹管厝」模型，長 65cm、寬 55cm、高 50cm，體積=長×寬×高
木板面積=3770cm² 體積=65×55×50=178750cm³=0.17875m³
測量重量=地基+竹管厝=10.608kg，地基=3.0kg
所以竹管厝模型重量=7.6Kg
如果乘以 10 倍=7.6kg×10= 76kg
 - (2) 竹管厝=長×寬=65cm×50cm
如果乘以 10 倍=650cm×500cm
也就是竹管厝的長：650cm，寬：500cm，也就是長 6.5m，寬 5.0m
模型重量 7.6Kg，要 3 個人抬，每人抬 2.53Kg，
放大 10 倍就是 76Kg，需要人數=3×10=30 人，每人抬 2.53Kg，
2.53 Kg×30 人=75.90 Kg ≈76Kg
 - (3) 如果要搬家，要 30 個大人，每人負擔 2.53 Kg。

柒、結論

- 一、從觀察安南區路旁的一間「竹籠茨」的牆壁是用竹片穿插編織而成。引起我們對竹片特徵的喜好。而利用竹片做彈力的實驗，結果發現竹片的彎曲和彈力是強韌的，不容易折斷，真的適合做竹管厝的牆壁。
- 二、我們也利用竹筷子來做抗壓實驗，竹筷子是買來的，是機械製造的品質一致，拿來做實驗比較公平。在實作中發現小小的一根竹筷，可以吊很重的墊片，不容易折斷。
- 三、在竹筷子的二端分別插入二個木塊的洞穴中，在中央吊上重物竟然從粗的竹筷頂端折斷，怎麼會這樣呢？經過我們實驗結果才知道粗的一端在吊重物時，翹得高、拉力大，所以容易折斷。
- 四、我們利用二對交叉的小竹桿，在中間架上一根竹桿並在中間吊上重物，來測量交叉竹桿四個底端的壓力，結果發現小竹桿的交叉角度越小壓力越大；交叉角度越大時，底端的壓力反而越小。所以我們在蓋竹管厝時，屋頂的角度為 120° ，這樣的竹管厝的四根柱子的壓力才比較小，房子才穩固。
- 五、我們蓋好的竹管厝，經過風吹雨打，天搖地動，結果不會倒塌；可是大雨會吹進屋內使地板變濕，大風也會吹進屋內使保麗龍球移動。最有趣的是地震時，雖然搖晃很大，屋子跟著搖動，可以清楚看見屋內的設備會滑動，但是沒有受到破壞。

捌、參考文獻資料

農業知識入口網：搞懂竹材物理及機械性質，創新開發竹複合材料(2020).

https://kmweb.coa.gov.tw/theme_data.php?theme=news&sub_theme=agri_life&id=58705

楊語芸. (2020). 可以扛著走的房子！老藝師李養手作重現「竹籠茨」，睽違半世紀精湛工藝發光. 上下游新聞. <https://www.newsmarket.com.tw/blog/139838/>

【評語】 082917

本研究是以製作有在地特色的竹管厝模型屋，以不同方式評估測試風吹、雨淋及耐震的特性，研究指出竹子材料極具彈性且具有良好耐壓性，製成的模型屋也達預期的成效，而研究在地的建築性質頗具鄉土特色，而在完成屋頂夾角最適角度測試及抗彎實驗裝置具巧思，在此印證天然竹管為優良建築資材。以下給予幾點建議：

- (1)可增加模型屋及各項特性的相關文獻探討。
- (2)可加強對竹材背景說明。
- (3)柱狀圖為平均值可取標準差。
- (4)耐震性測試較簡易，也許可提供模型搖晃時，所對應的震度作得更精確。
- (5)模擬雨水噴灑是否能可以與大雨相比擬

作品海報

壹：研究動機

去年的暑假老師開車載我們到安南區，看見路旁有一間竹管厝，我們發現它全部是竹子組裝起來，沒有用到鐵 或鐵釘。在竹子和竹子交接的地方是用鑽洞再將竹子鑲接在一起，牆壁是竹片編織而成，很牢固，這些地方引起我們對它的興趣，回到學校老師指導我們研究這個主題。

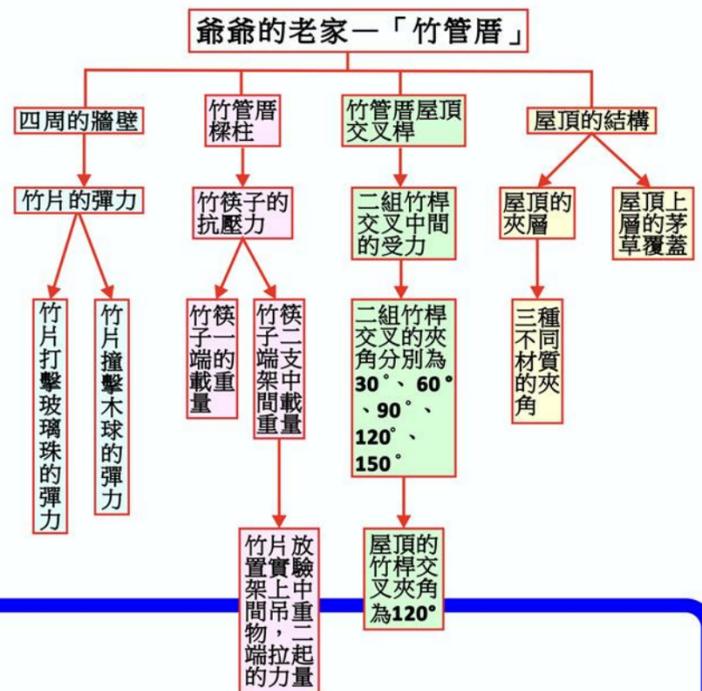


安南區路旁：竹管厝

貳：研究目的

- 一、竹管厝的牆壁是用竹片編織，我們用竹片打擊玻璃珠、木球。要知道竹片彈力的大小。
- 二、從觀察竹管厝的梁柱，我們利用竹筷子插入木塊洞穴中。探索竹筷子的抗壓能力。
- 三、竹管厝的屋頂是用大竹桿交叉成「人」字型。我們利用竹桿放置在交叉的夾角間吊上重物，來知道四個角柱受力的變化。
- 四、我們做的模型竹管厝，做風吹雨打的實驗，知道風吹雨打對竹管厝的影響。

參：實驗架構圖



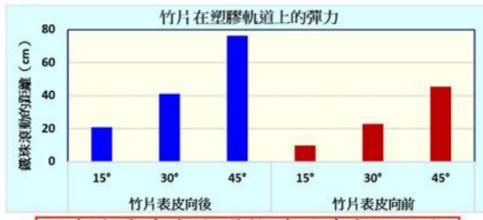
肆：研究過程與結果

問題一：竹片的彈力

實驗(一)：竹片在塑膠軌道上的彈力

操作方法

將竹片其中的一端插入木塊夾縫間，調整軌道的傾斜角度為4.5°，並在軌道上放玻璃珠和鐵珠。用塑膠尺把竹片拉開到指定角度，並放開撞擊玻璃珠，玻璃珠再撞到鐵珠，測量鐵珠滾動的距離。



竹片使鐵珠在塑膠軌道上滾動的距離



圖片1-1：竹片彈力軌道機

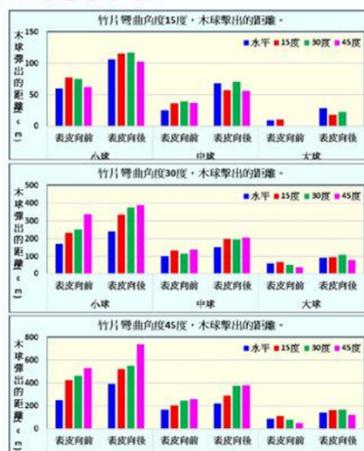
發現

1. 竹片彎曲的角度越大，彈出的力量越大，鐵珠被撞擊得越遠。
2. 竹片表皮向後時，彎曲程度比較穩定，而且彈力也越大，彈出的力量產生的撞擊力越強，會把鐵珠撞得越遠。

實驗(二)：竹片彎曲不同的角度在發射器上的彈力

操作方法

將木球染色，並依照實驗傾斜的角度，放置操作台，將竹片放到操作台上，並拉開到指定的角度打擊木球，測量木球運動的距離。



發現

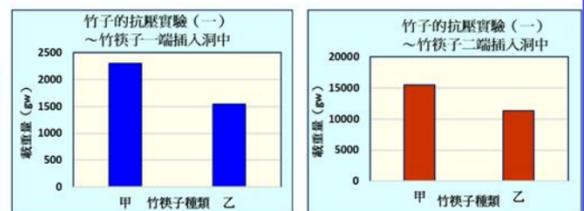
1. 竹片表皮向後的彈力比表皮向前的彈力大。
2. 小木球在傾斜角度30度、45度時，彈出的距離最遠。

問題二：竹筷子的抗壓實驗

實驗(一)：竹筷子一端吊重物

操作方法

把竹筷子粗的一端插入木塊洞穴中，另一端吊上重物，我們為了防止尼龍袋滑落，在細的一端捆上絕緣膠帶，並在袋中放入墊片，直到竹筷子斷掉，測量竹筷子斷裂時的載重量。



發現

1. 口徑較大的竹筷子能吊較重的重物。
2. 竹筷子的承受力和彈力有關

實驗(二)：竹筷子兩端分別插入兩塊木塊洞穴中

竹筷子兩端分別插入兩個木塊洞穴中，並在中間吊上墊片，一直到竹筷子斷裂，測量竹筷子承載的墊片重量。我們發現竹筷子都斷在靠近粗的一端，我們不知道為什麼，所以做了下面的實驗來觀察。



竹筷子抗壓器

問題三：竹桿平放在二張分開的桌子中間，在中心吊1020公克的墊片，測量兩端上翹的高度。

操作方法

將桌子拉開到指定的距離，並將兩端粗細不同的竹桿放在桌子的中間，在竹桿中間吊墊片，測量兩端上翹的高度。



竹桿中間掛重物，二端翹起實驗



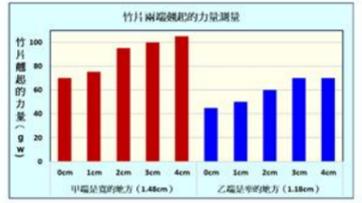
問題四：竹片兩端翹起的力量測量

操作方法

將竹片放在拉力機上，並將彈簧秤掛在兩端寬度不同的竹片上，在中心吊上墊片，測量兩端上翹的力量。



竹片兩端翹起的力量測量實驗裝置



- 發現**
- 1.竹桿較粗的一端上翹的高度比細端高。
 - 2.竹片較寬端拉起的力量比較大，所以竹筷子的粗端翹的高，拉力大，容易斷。

問題五：一對交叉的竹桿，在夾角間放置一根竹桿，中間架上12片金屬墊片後，會在四個底座產生多大的重力？

操作方法 我們將竹桿拉開到30°、60°、90°、120°和150°，中心吊上1020公克的墊片，用電子秤測量四角受力。



四支圓木條垂直的壓力



竹竿交叉的夾角為30°



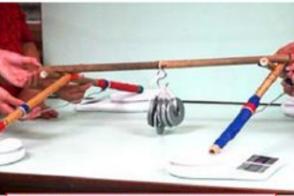
竹竿交叉的夾角為60°



竹竿交叉的夾角為90°



竹竿交叉的夾角為120°



竹竿交叉的夾角為150°

壓力次數	A	B	C	D
1	250	265	255	255
2	256	250	260	250
3	260	255	265	245
4	253	262	258	255
5	256	254	250	260
合計	1275	1286	1288	1265
平均	255	257	258	253
總計	1023			
總平均	256			

A	B	C	D
251	251	226	258
236	247	213	258
254	252	219	263
239	258	220	244
260	248	219	266
1240	1256	1097	1289
248	251	219	258
976			
244			

A	B	C	D
254	245	254	252
254	252	224	210
228	220	238	221
247	237	222	222
247	235	244	220
1230	1189	1182	1125
246	238	236	225
945			
236			

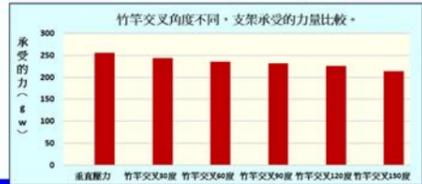
A	B	C	D
240	226	241	226
235	236	236	230
224	236	235	230
230	236	225	230
233	231	235	226
1162	1165	1172	1142
232	233	234	228
927			
232			

A	B	C	D
221	223	226	230
218	226	235	223
230	214	215	245
226	218	230	226
235	211	233	226
1130	1092	1139	1150
226	218	228	230
902			
226			

A	B	C	D
206	226	208	212
201	231	210	210
196	236	213	215
211	224	205	215
210	221	212	210
1024	1138	1048	1062
205	228	210	212
855			
214			

發現

1. 拉開角度越大，四個角受力越小。
2. 120°是最好的竹管厝屋頂夾角，因為四個底座的受力小，空間大又美觀。



問題六：竹管厝模型，屋頂夾角120°，屋頂梁柱吊上1020公克，在四個底邊支柱所受的力量有多大呢？

操作方法

1. 從問題五知道，120° 是最好的屋頂夾角
2. 將交叉竹桿拉開到120°
3. 在四個角加上柱子，中間的梁吊上1020公克的墊片。
4. 測量四個柱子底端的受力。



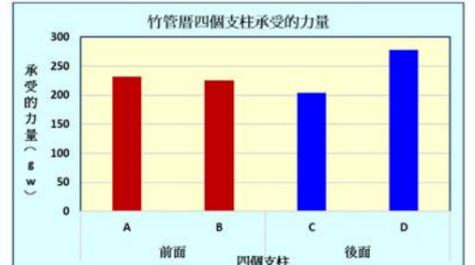
竹管厝屋頂樑柱的結構



在四個支柱底下所承受的力量

發現

1. 四個角的受力很小，約235公克。
2. 如果用150°當作屋頂夾角時，在四個底座的受力小，可是太平了，下雨流暢不佳，因此我們選擇120°做為屋頂夾角。



數量	1	2	3	4	5	合計	平均	總計	總平均
墊片									
前面	A	246	230	234	214	235	1159	232	939
	B	204	250	222	220	230	1126	225	
後面	C	159	232	201	212	216	1020	204	
	D	317	254	261	315	244	1391	278	

問題七：設計製作一間模擬爺爺老家的「竹管厝」

建造方法



設計模型竹管厝的底座並繪圖



底座鑽洞，試著插入柱子。



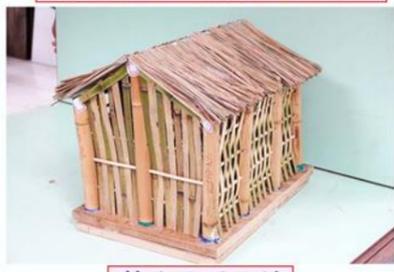
二邊的三根柱子插入細木條固定



二面外牆的柱子固定在底座上



用竹片編織四周牆壁



製作屋頂結構



在四周牆壁塗上混合土



在屋頂黏上茅草，「竹管厝」建造完成。

問題八：製作完了竹管厝的模型提出研究

實驗(一)：風吹雨打

方法1.風吹的作用：

- 在「竹管厝」模型屋內的地板中央分別放置大、中、小保麗龍球。
- 在竹管厝的一邊放置一台強力電風扇（距離竹管厝100cm）。
- 打開電風扇使得葉片轉動，產生風力，持續30秒。

方法2.雨打的作用：

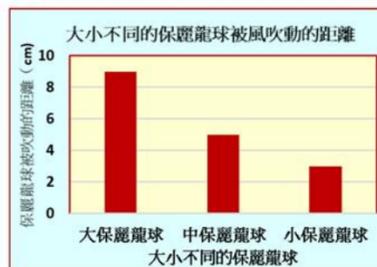
- 在「竹管厝」內的地板，每次放置1粒衛生紙球(秤重量)為W1：10g，共做5次。
- 利用灑水器從「竹管厝」的上方噴下水三分鐘
- 噴水後取出衛生紙球，再秤重量，記錄每次的衛生紙球增加的重量。



在竹管厝內放置保麗龍球



電風扇距離竹管厝100cm



模擬風吹的實驗



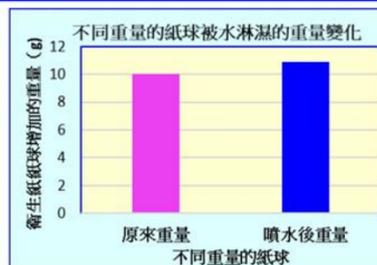
在竹管厝內放置衛生紙球



從竹管厝上方噴下水

發現

從實驗中我們發現在風吹時，大球因為迎風面較大，所以移動較遠。在雨打時衛生紙球重量不增加超過1公克，代表有防雨功能。



測量每一粒衛生紙球的重量

實驗(二)：天氣寒冷，酷暑在竹管厝內溫度的變化

方法

我們選一天炎熱的日子，和一天寒冷的日子，早上八點氣溫分別為16°C和12°C，從8時到16時，每2小時測一次，並記錄室內外的溫度。

發現

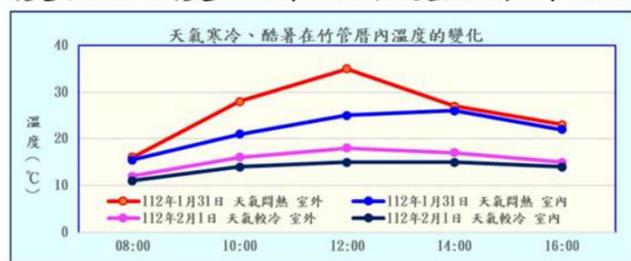
- 在酷暑實驗中，發現室內溫度都低於室外溫度，代表竹管厝有隔熱功能。
- 在寒冷實驗中發現，室內溫度比室外溫度低1-3度，所以保暖效果不明顯。



測量竹管厝牆壁外的溫度



測量竹管厝內的溫度



實驗(三)：天搖地動

方法

我們將竹管厝放到地震搖晃台上，在屋內放家俱，把鐵鎚放下，觀察家俱變化。

發現

只有櫃子會倒，而床重心低，不會移動，竹管厝整個屋子沒有受到破壞。



鐵鎚從30cm落下



地震台上下振動



實驗器材



鐵鎚放下



在地震臺上搖晃



竹管厝地震後的損傷

伍：結論

- 從竹片的彈力實驗知道竹片強韌，彈力大，適合做竹管厝牆壁。
- 我們也利用竹筷子做抗壓實驗，發現竹筷子可以吊很重的墊片，在兩端插入木塊洞穴中的實驗，發現會斷在較粗的一端，原來是因為翹得高，拉力大，所以才會斷在靠近粗的那一端，適合做竹管厝的梁柱。
- 我們將一對交叉竹桿吊上墊片，測量四個角的受力，發現當交叉竹桿打開的角度越大時，四個角的受力越小；而交叉竹桿打開的角度越小時，四個角的受力越大，因此我們選用120°的屋頂夾角，這樣才牢固。
- 我們也利用蓋好的竹管厝，做了風吹、日曬，雨淋和地震的實驗，結果都很成功，代表竹管厝是一種良好的住屋。

陸：參考文獻資料

農業知識入口網：搞懂竹材物理及機械性質，創新開發竹複合材料(2020).

https://kmweb.coa.gov.tw/theme_data.php?theme=news&sub_theme=agri_life&id=58705

楊語芸.(2020). 可以扛著走的房子！老藝師李養手作重現「竹籠茨」，睽違半世紀精湛工藝發光. 上下游新聞. <https://www.newsmarket.com.tw/blog/139838/>