

中華民國 第 49 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

第三名

080810

繩「紙」以「法」？紙繩應用在生活中

學校名稱：臺南市東區東光國民小學

作者： 小六 陳盈如 小六 呂孟翰 小六 許洺婉	指導老師： 王雅麗
---------------------------------------	------------------

關鍵詞：紙繩、載重量、防水性

摘要

從媽媽用來裝點心的盒子的紙繩裡，讓我們突發奇想，設計製作一台有趣又新鮮的「自製紙繩編制器」。利用平常最常見的報紙、便宜又美麗的皺紋紙，編製許多的紙繩。

從紙繩的長度、圈數、纖維方向、材質中進行載重量和拉力的實驗比較，並讓我們意外發現紙繩真的可以承受很重的東西。

因此，我們如果利用看完的報紙、廣告紙、皺紋紙製成紙繩，應用在生活中，不但可以減少垃圾，而且說不一定可以取代塑膠製品，減少環境污染。

最後我們將編製好的皺紋紙紙繩和報紙紙繩編製成許多日常生活的物品，有運動的、有裝飾的、有實用的穿著配件等；而且發現浸過亮光漆、蠟或白膠水的紙繩製品，有的可以增加防水性，有的可以增加載重量。

壹、研究動機：

有一天，媽媽買點心來，我們發現盒子上的提把是紙做成的，而且裡面的點心也不輕耶！我們覺得很奇怪，平常一撕就破的紙，竟然可以做成紙繩來承受如此重的點心。可是這條紙繩只是把皺紋紙扭轉而成，容易鬆掉，不是很理想。所以我們就利用參加科展的活動，大家一起討論、練習製作，從綁頭髮的靈感，找到了「新的紙繩」創作和應用，下面是在老師的指導、媽媽的協助下完成的研究。

貳、研究目的：

- 一、用報紙、皺紋紙製作紙繩，知道它所能承受的力。
- 二、利用設計、製作的紙繩來編製各種日用品和可以運動的器材。

參、研究器材：

- 一、製作紙繩的器具：木頭、木板、木棍、鐵釘、舊椅子、鑽孔器、鋸子、尺、鐵鎚、白膠、砂紙。
- 二、不同的紙：皺紋紙、報紙、衛生紙、影印紙
- 三、載重的材料：螺帽、石頭、鐵水桶、S 掛鉤、椅子、布、塑膠繩、鑷子、秤、籃子、塑膠桶、絕緣膠帶、尺
- 四、編織的器具：木頭、鐵釘、皺紋紙、三股紙繩、剪刀、膠帶、動動眼、保麗龍球、尺、鑷子、強力膠、鑽孔器、圓木條。
- 五、防水的材料：蠟、白膠水、亮光漆、保鮮盒、架子、塑膠盤、天平、剪刀。
- 六、其他：裁紙機。

肆、研究問題：

- 一、皺紋紙可以製作成紙繩嗎？
- 二、利用「自製編織機」打造各種紙繩。
- 三、實驗比較各種紙繩載重量或拉力大小。
 - (一)報紙做成的三股紙繩，每股的紙片數不同載重量比較。
 - (二)皺紋紙做成的紙繩，每股紙片數不同，拉力的比較。
 - (三)不同材質的紙繩，載重量的比較。
 - (四)當紙條的纖維方向不同時，載重量的比較。
 - (五)報紙紙繩紙條長度不同，載重量的比較。
 - (六)報紙紙繩轉的圈數不同，載重量的比較。
- 四、紙繩在生活中的應用
- 五、紙繩浸過不同溶液（亮光漆、白膠水、蠟）後，吸水性和載重量的比較。
 - (一)紙繩浸過不同溶液（亮光漆、白膠水、蠟），吸水性的比較。
 - (二)紙繩浸過不同溶液（亮光漆、白膠水、蠟），載重量的比較。

伍、研究過程：

一、活動一：皺紋紙可以製作成紙繩嗎？

(一)點心盒上的紙繩。

媽媽手提的點心盒上提把是皺紋紙捲成的簡易紙繩，雖然耐重，可是容易鬆掉、不堅固。怎樣才能把皺紋紙做成三條捲成繩子，堅固耐用？

(二)觀察市售的繩子。

市售繩子	麻繩	塑膠繩	耐龍繩	棉繩
樣品				
材料	油麻	塑膠線	耐龍線	棉線
解開				

(三)利用皺紋紙來做紙繩。

1.方法 1：用手搓搓看。

(1)材料：皺紋紙（裁剪好的長：200cm、寬：3cm）

(2)操作方法：

把剪好的皺紋紙放在手掌中，用力搓搓看。

2.方法 2：用手轉轉看。

(1)材料：皺紋紙。

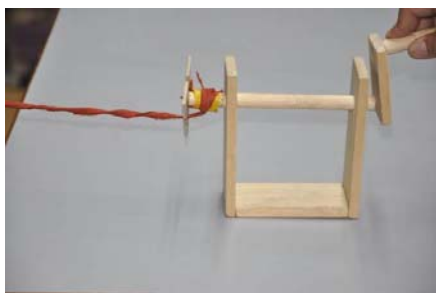
(2)操作方法：

先用手把皺紋紙搓一搓，再把搓好的一端用腳指壓住，用雙手搓轉成簡易紙繩。

3.方法 3：用簡單的器具轉轉看。

(1)材料：皺紋紙。

(2)裝置：



(3)操作方法：

把皺紋紙纏繞在支架的前端插條上，再轉動把手，皺紋紙就變成簡易紙繩。

(四)製作成的簡易紙繩。

方法 1：成品	方法 2：成品	方法 3：成品
		

(五)掛掛看：哪一種紙繩吊得多？

1.設計實測的器具：

(1)材料：皺紋紙製作簡易一股紙繩、支架、紙袋、螺帽、鑷子

(2)裝置：



(3)方法：

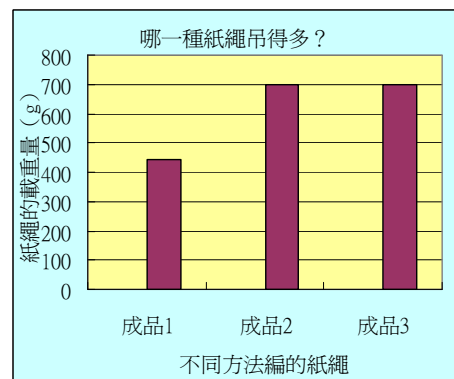
- 用一股紙繩綁著紙袋，固定在實驗架上。
- 放重物在紙袋內使它斷掉。
- 看看有幾個螺帽。

2.掛掛看有多重。

單位：g

成品 次數	成品 1	成品 2	成品 3
1	420	560	630
2	420	700	700
3	490	840	770
合計	1330	2100	2100
平均	443	700	700

3.比比看！哪個掛得重。



4.我們的發現：有轉過的紙繩和用機器轉的紙繩最耐重。可能是因為轉過的和用機器轉的比較堅固，所以能載重的量最大。

(六)皺紋紙製作的簡易紙繩的優缺點。

1.優點：

- (1)製作簡單、快速。
- (2)載得多，使用方便。
- (3)美觀大方又環保。

2.缺點：

- (1)容易鬆掉。
- (2)下雨天，淋雨會爛掉。

(七)改進的方法：利用皺紋紙先搓轉成一股紙繩，再把三股的紙繩旋轉成真正的繩子。



(八)怎樣利用皺紋紙製作真正的紙繩？

1.觀察市售的繩子。

- (1)由三股的紗捲出來的。
- (2)捲成的三股繩子堅韌紮實，不容易鬆掉。
- (3)發現：三股的繩子和妹妹的頭髮編成的辮子很相像。

2.製作紙繩的過程：

(1)利用綁「辮子」的方法來試試看。

a.材料：皺紋紙做成的一股紙繩（9條）

b.編織方法：

- ① 在木板上分別綁上2、3、4條一股紙繩。
- ② 利用木板上的紙繩練習綁頭髮的辮子。
- ③ 多練習不同方式。

c.編織的紙繩：

二股紙繩	三股紙繩	四股紙繩

d. 觀察比較不同的地方。



e.用手編製紙繩的優缺點。

① 優點：

I.由三股編織的紙繩是交錯捲在一起的，很紮實堅固，用手觸摸時會有阻力，像是打結的感覺。

II. 做好的三股紙繩很美觀。

② 缺點：要花很多時間才做好一小條。

f.改進製作的想法：

如果能設計出簡易的器具裝置，先把紙條變成一股的紙繩，再由三股紙繩打造出美麗耐用的一條三股繩子。

(2)設計、製作編織紙繩的器具。

a.我們的現有經驗。

① 我們利用「」型木條把皺紋紙旋轉打造出一股的紙繩，也就是媽手提點心盒上的紙繩。

② 我們也學會把許多條皺紋紙銜接在一起，變成一條很長的一股紙繩。

③ 我們也利用舊椅子做出簡易的「一股紙繩」的製造機。

④ 在老師的協助下，我們會剪裁出 3cm 寬的皺紋紙條

⑤ 我們學會利用三條一股的紙繩模仿綁辮子的方法，編出一條三股的紙繩（是用雙手編織的）。

b.「失敗的編織機」設計出來了。

① 在老師的指導下，我們討論、設計出一台簡易的紙繩編織機。

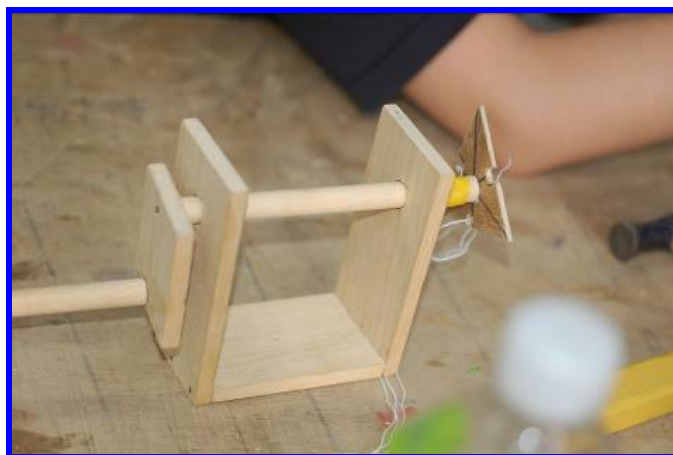
② 我們利用「簡易的編織機」編織三股的紙繩。

③ 當我們手一鬆掉，新編出的三股紙繩一下子就鬆散了。也不像真正的繩子，很像是一條更粗的一股紙繩。

④ 這樣的操作是失敗的，有一點失望。

⑤ 雖然經過許多次的編織，可是都沒有成功。

⑥ 我們請教老師，他也沒告訴我們怎麼做，可能這是一件困難的事。



(3)上網找到了希望：

- a.老師指導我們上網找台灣的民俗藝術的影片，正好找到以前農村打造「三股繩子」的紀錄片，也看見了「打造繩子的簡易機」，我們嚇了一跳，因為這部機器和我們設計製作的「簡易機」很類似，他們多了另一端的「旋轉架」和一把「三溝槽的木棒」把三條一股的紙繩纏繞在一起，真是高明。

(4)新的紙繩再造：

- a.自己的「簡易機」再加上祖先發明的「旋轉架」和「三溝槽木棒」，就開始新的紙繩打造。
- b. 我們利用皺紋紙條（3cm 寬）去試試看，結果成功了，我們打造了好多條，一開始不順手，經過一個下午的試做，終於可以打造品質優良的紙繩。

(5)遇到的困難：

在打造皺紋紙繩時，因為每一條皺紋紙條的長度一定（200cm），所以在打造時，必須銜接在一起，一不小心或不順暢，會使一股紙繩不平順造成凹凸不平。

(6)在大家討論下，我們克服困難了。

我們在打造紙繩時，是用三條紙片交互銜接，所以只要三條紙片不一樣的長短，就可以接得牢固，也不會有節或突出，這是我們互相討論操作出來的方法。



二、活動二：利用「自製編織機」編織各種紙繩。

(一)目的：利用皺紋紙、報紙、衛生紙、影印紙等編織出不同股紙片數的紙繩，來做實驗的材料。

(二)材料：

- 1.紙類：皺紋紙（寬：3cm、長：200cm）
報紙（寬：3cm、長：52cm）
捲筒衛生紙（寬：3cm、長：226cm）
影印紙（寬：3cm、長：36.6cm）

2.編織機：



3.其他：塑膠袋、標籤紙

(三)編織種類：

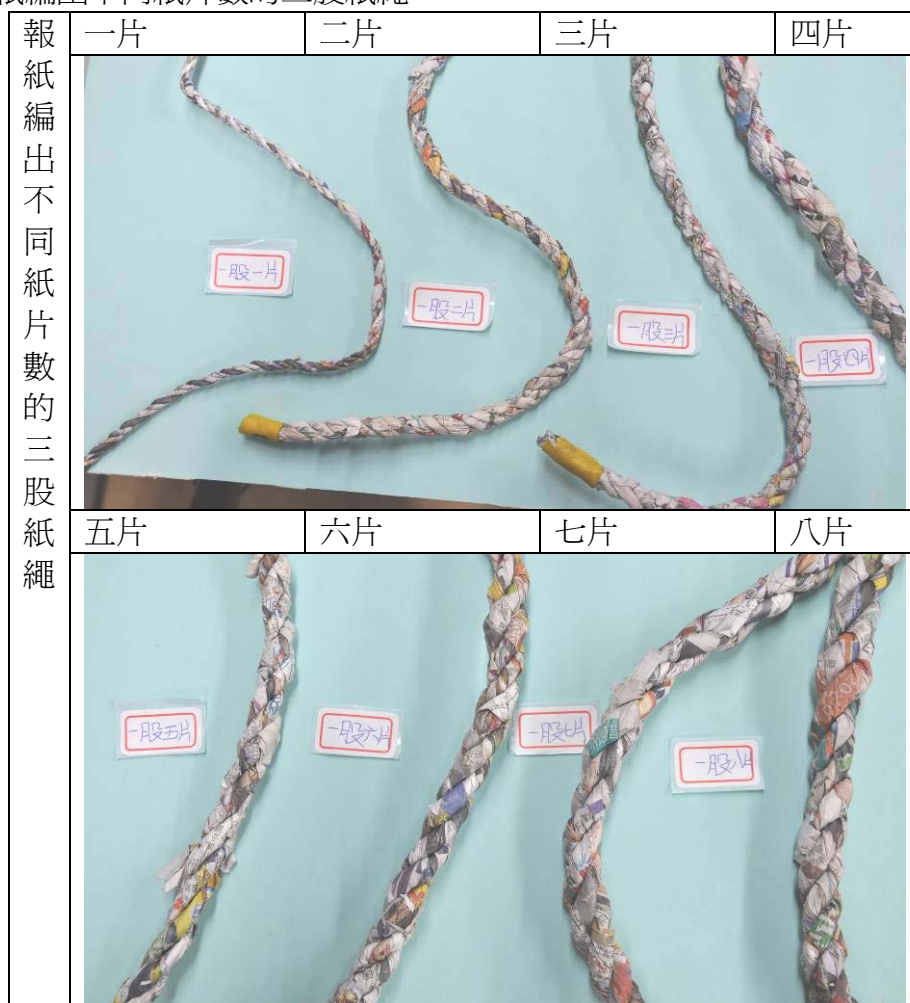
- 1.三股紙繩的每股紙片數：（1～8 片）
- 2.三股紙繩的材質：（報紙、衛生紙、皺紋紙、影印紙）
- 3.皺紋紙寬度：（分為 2cm、3cm）
- 4.報紙的紋路不同：分為縱切、斜切和橫切。
- 5.報紙的打轉圈數：360cm 長打轉圈數，分為 80、120 和 160 圈。

(四)編織方法：

- 1.利用「編織機」打造不同紙片數的三股報紙紙繩。
 - (1)先用一張報紙的紙片（寬：3cm，長：52cm）打造一股的紙繩，再用三條一股紙繩打造成三股紙繩。
 - (2)再用 2 條紙片打造一股的報紙紙繩，在由三條一股紙繩打造出三股紙繩。。
 - (3)用相同的方法打造出 3、4、5、6、7、8 條紙片打造一股的紙繩，再用三條一股紙繩打造成三股紙繩。
- 2.利用皺紋紙的紙條（寬：3cm，長：200cm）打造出不同顏色的三股紙繩（有紅、黃、藍、綠、白、黑、橙等不同顏色）
- 3.利用皺紋紙打造出每股 1、2、3、4 條的三股紙繩，皺紋紙長度 200cm。
- 4.利用「編織機」打造出不同紋路的報紙紙繩，報紙的紋路分為橫切、斜切和縱切。
- 5.利用「編織機」打造出不同圈數的報紙紙繩，我們利用地板的格子作為打轉圈數的基準，每格約 90cm 分為每隔 20 轉、30 轉和 40 轉，全長 360cm，所以打轉圈數分別為：80 轉、120 轉和 160 轉。

(五)編織的成品

1.報紙編出不同紙片數的三股紙繩

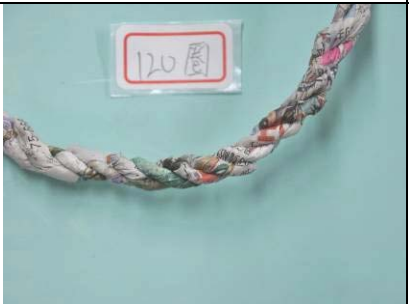


2.皺紋紙編出不同顏色的紙繩



3.編織成其他的紙繩

(1)報紙編織出的紙繩

報紙編出的紙繩	不同紋路紙片		
	橫切	縱切	斜切
			
報紙編出的紙繩	不同的轉數 (360cm)		
	80 轉	120 轉	160 轉
			

(2)皺紋紙編織出的紙繩

皺紋紙編織出的紙繩	不同的紙片數			
	一片	二片	三片	四片
				

(3)不同紙類編織出的紙繩

不同的紙類的紙繩	皺紋紙紙繩	報紙紙繩	圓筒衛生紙紙繩	影印紙紙繩
				

(六)討論：我們原本以為只有皺紋紙、報紙可以製成紙繩，沒想到連衛生紙、影印紙也可以製成紙繩，令我們大開眼界。

三、活動三：實驗比較各種紙繩載重量或拉力大小。

媽媽手提的點心盒的提把只是二股紙繩就可以提很重的點心。如果用三股繩子編成的紙繩子，不就可以提得更重嗎？要知道紙繩載重量的比較，我們在老師指導下，共同討論提出下面實驗。

(一) (實驗一)：報紙做成的三股紙繩，每股的紙片數不同載重量比較。

- 1.目的：瞭解三股紙繩的載重量會不會受每股紙片數的影響。
- 2.材料：每股不同的紙片數編織三股紙繩、重物（螺帽、石頭）、水桶（直徑：30cm、34cm、40cm）、椅子、塑膠繩、S型掛勾、尺、秤、布。

3.變因方面：

(1)操縱變因：每股的紙片數不同【一股的片數：1、2、3、4、5、6、7、8片】

(2)保持不變變因：

- | | |
|------------|-------------|
| a.三股紙繩的長度 | d. 纖維方向 |
| b. 三股紙繩的材質 | e.相同的秤 |
| c.紙條的長度 | f.相同的股數（三股） |

(3)應變變因：紙繩能承受的重量

4.裝置：



5.實驗方法：

- (1)將做好的紙繩用塑膠繩固定在椅子上。
- (2)在中心點做上記號並掛上水桶。
- (3)放入重物，使紙繩斷掉。
- (4)秤秤看，繩子能夠承受多重的螺帽。
- (5)觀察紙繩斷裂的情形。

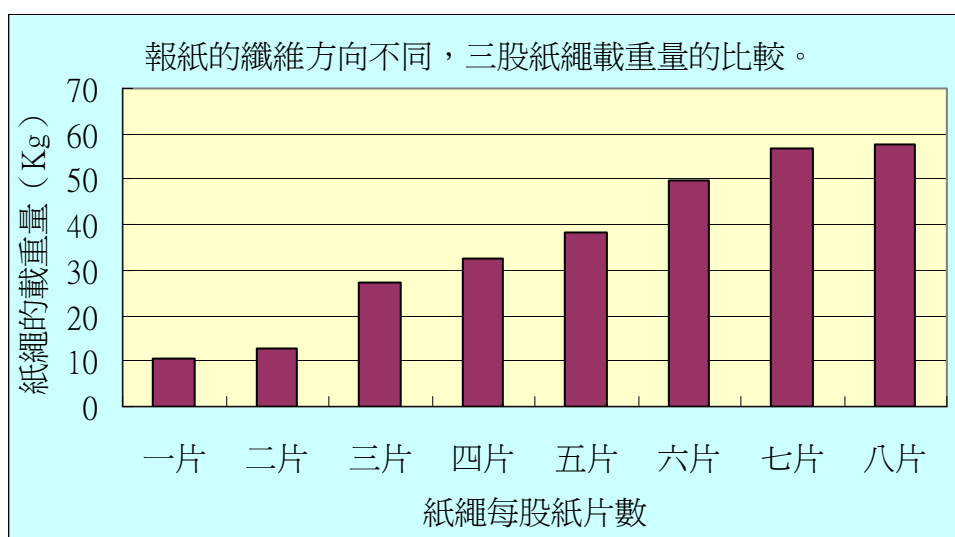
6.結果：

單位：Kg

每股的紙片數 次數	一片	二片	三片	四片	五片	六片	七片	八片
1	10.8	13.4	24.8	31.4	41.4	49.1	56.0	60.8
2	10.6	12.4	29.6	35.3	34.5	49.3	59.9	58.3
3	10.2	12.6	28.3	31.1	38.5	50.9	54.7	54.9
合計	31.6	38.4	82.7	97.8	114.4	149.3	170.6	174.0
平均	10.5	12.8	27.5	32.6	38.1	49.7	56.8	57.6

紙的片數與實驗結果	一片	二片	三片	四片
				
	五片	六片	七片	八片
				

7.比比看，哪一種載得重？



8.討論：

- (1)當三股紙繩每股的紙片數越多時，它的載重量越大。
- (2)三股紙繩的紙片數越多時，它的實驗結果越不穩定，可能是因為每股的紙片數越多時，它的接點可能就越多，起伏就可能越大。例如：每股八片紙片三股的紙繩最多可達 24 個接點，實驗時，最多有 10 個接點，每股一片的三股紙繩，最高可達 3 個接點，實驗時都沒有接點。
- (3)在斷裂的地方有些會有較長的纖維，那些纖維都是白色的，就算報紙是彩色的，看到的纖維還是白色的。
- (4)斷裂的地方大多是鋸齒狀。
- (5)斷裂的地方雖是同一張紙條，但不能完全吻合，可能是斷裂時有一些碎片飛走了。
- (6)每股二片紙片的三股紙繩斷裂時高低落差很大，有些相差到 1cm，可能是因為捲成條狀，也有可能是施力的方向和纖維方向相反。
- (7)每股一片紙片數的三股紙繩裡有時會出現一長一短，有時相差至 3.5cm。
- (8)在斷裂部分的後面也有裂縫，可能是因為整條三股紙繩都有承受到拉力。

(二) (實驗二)：皺紋紙做成的紙繩，紙片不同，拉力的比較。

1.目的：瞭解皺紋紙三股紙繩能承受的拉力，會不會受紙片數不同的影響。

2.材料：皺紋紙三股紙繩（每股 1~4 條紙片）、尺

3.變因方面：

(1)操縱變因：紙繩每股的紙片數

(2)保持不變變因：

a.紙條的長度

d. 紙條的寬度

b. 纖維方向

e.同一個秤

c.紙繩的材質

(3)應變變因：三股紙繩能拉長的長度

4.裝置：



5.實驗方法：

(1)將紙繩剪成 200cm 長。

(2)對齊桌上的刻度向後拉，使紙繩斷掉。

(3)看拉到多長的時候會斷掉。

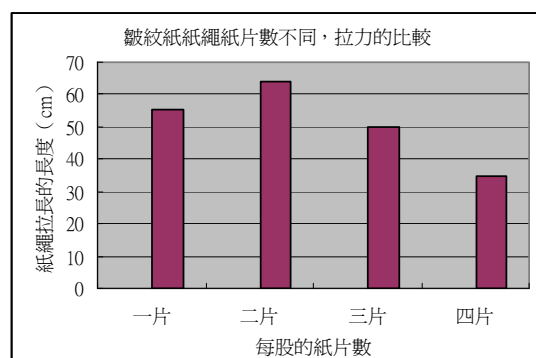
(4)測量所增長的長度。

6.結果：

單位：cm

每股的紙片數 次數	一片	二片	三片	四片
1	60	72.5	49	35
2	50	55	46	38
3	56	65	55	32
合計	166	192.5	150	105
平均	55.3	64.1	50	35

7.比比看：



8.討論：

(1)皺紋紙每股兩片的三股紙繩，所能被拉長的長度最長（60cm），可是每股一片的三股紙繩太細了，容易斷掉，所以能被拉長的距離第二長（55cm），每股三片、四片的三股紙繩太粗了，使它的彈性變差，所以能被拉長的長度最短。

(三) (實驗三)：不同材質的紙繩，載重量的比較。

1.目的：瞭解三股紙繩的載重量會不會因材質而改變。

2.材料：不同材質的三股紙繩（報紙、皺紋紙、衛生紙、影印紙）、重物（螺帽、石頭）、水桶、椅子、塑膠繩、尺、秤、布

3.變因方面：

(1)操縱變因：紙繩的材質不同

(2)保持不變變因：

a.繩子的股數

d. 纖維方向

b. 三股紙繩的長度

e.同一個秤

c.紙條的長度

(3)應變變因：三股紙繩的載重量

4.裝置：



5.實驗方法：

(1)先將做好的三股紙繩用塑膠繩固定在椅子上。

(2)在三股紙繩的中心點先做上記號，並掛上水桶。

(3)放入重物，使三股紙繩斷掉。

(4)秤秤看，三股紙繩能承受多重的重量。

(5)觀察斷裂情形

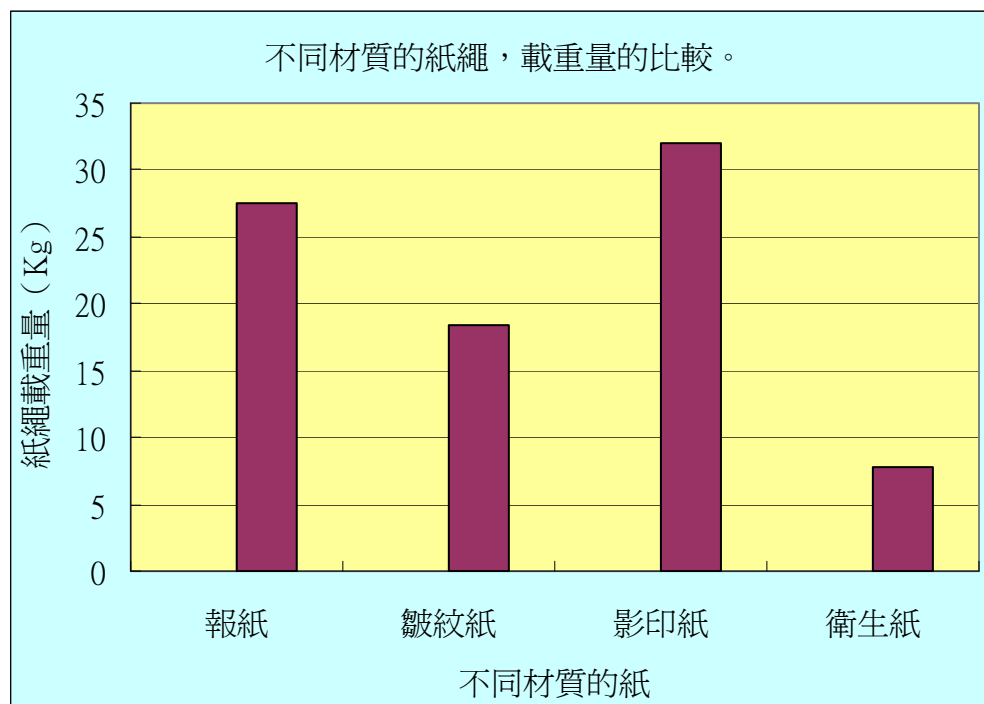
6.結果：

單位：Kg

紙繩的材質 次數	報紙	皺紋紙	影印紙	衛生紙
1	24.8	18.6	35.0	7.2
2	29.6	19.0	34.3	6.1
3	28.3	17.8	26.7	10.3
合計	82.7	55.4	96	23.6
平均	27.5	18.4	32	7.8

	報紙	皺紋紙	影印紙	衛生紙
不同材質的紙類				

7.比比看：



8.討論：

- (1)衛生紙編織的三股紙繩的載重量小，有可能是因為衛生紙的纖維很鬆容易斷裂。
- (2)影印紙編織的三股紙繩所載重量比報紙載重量大，有可能是因為影印紙的厚度比報紙的厚度還厚，所以影印紙的紙繩能載重量最大，可是不美觀。
- (3)影印紙編織的三股紙繩載重量大，有可能是因為影印紙的纖維很密，所以不容易拉斷。
- (4)斷裂的地方都是鋸齒狀。
- (5)紙繩雖然是從同一個位置斷裂，但是它的裂痕卻無法完全吻合，有可能是斷裂時的那一瞬間會有一小角的紙被拉破，所以無法吻合。
- (6)皺紋紙雖然很薄，但纖維很密、彈性很好，所以比衛生紙堅固。
- (7)衛生紙三股紙繩斷裂的裂痕非常整齊。

9.發現：

- (1)影印紙編織三股紙繩的載重量最大，衛生紙編織的三股紙繩載重量最小。
- (2)斷裂情形：
 - a.報紙通常斷在掛勾的右邊。
 - b.皺紋紙通常斷在掛勾的左邊。
 - c.影印紙通常斷在掛勾的左邊。
 - d.衛生紙通常斷在掛勾的左邊。

(四) (實驗四)：當紙條的纖維方向不同時，會不會影響紙繩的載重量？

1.目的：瞭解三股紙繩的載重量，會不會因為紙條的纖維方向不同而改變。

2.材料：三條纖維方向不同的紙繩、重物（石頭、螺帽）、椅子、塑膠繩、水桶（直徑 40cm）、S 掛勾、尺、秤。

3.變因方面：

(1)操縱變因：紙條的纖維方向不同

(2)保持不變變因：

a.三股紙繩的長度

b. 紙條的長度

c.同一個實驗架

d. 同一個秤

e.掛勾掛在同一位置

f.相同的材質（報紙）

g. 紙條的寬度相同

h. 股數相同（三股）

(3)應變變因：三股紙繩的載重量

4.裝置： —————→



5.實驗方法：

(1)將做好的三股紙繩綁在椅子上。

(2)在三股紙繩的中心點掛上水桶。

(3)將重物放入水桶，直到三股紙繩斷掉。

(4)觀察三股紙繩斷裂的情形，並記錄下來。

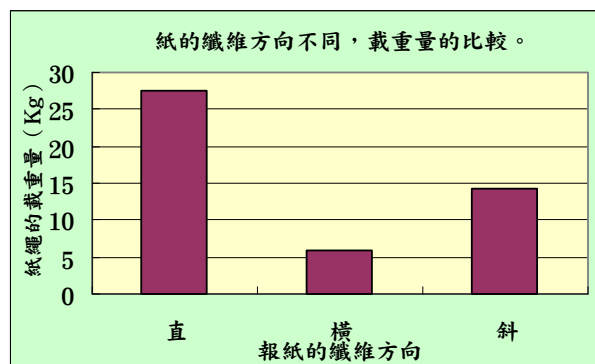
(5)秤秤看，重物和水桶的重量是多少，並記錄下來。

6.結果：

單位：Kg

7.比比看：

紙的纖維方向 次數	直	橫	斜
1	24.8	5.8	12.4
2	29.6	5.8	14.5
3	28.3	4.5	15.9
合計	82.7	16.1	42.8
平均	27.5	5.3	14.2



8.討論：

(1)報紙的纖維方向是橫的時候，做成的三股紙繩載重量最小，因為我們橫向拉，纖維方向與施力方向相同，所以最快斷；斷裂形狀很整齊，可能是因為施力方向和纖維方向相同。

(2)一開始我們認為纖維斜的報紙紙片打造的三股紙繩載重量最大；可是用纖維斜的紙條作的三股紙繩，載重量不是最大，有可能是：載重時，紙張會從纖維斜的地方斷裂。

	直	橫	斜
纖維方向			

(五) (實驗五)：報紙三股紙繩紙條長度不同，載重量的比較。

- 1.目的：瞭解三股紙繩的載重量會不會因為紙條長度不同而改變。
- 2.材料：三條紙條長度不同的紙繩（30cm、40cm、52cm）、重物（石頭、螺帽）、椅子、塑膠繩、水桶（直徑 40cm）、S 掛勾、尺、秤。
- 3.變因方面：
 - (1)操縱變因：紙的長度不同
 - (2)保持不變變因：
 - a.紙條的寬度
 - b. 三股紙繩的材質
 - c.同一個實驗架
 - d. 同一個秤
 - e.掛勾掛在同一位置
 - f.轉的圈數
 - g. 纖維方向
 - h. 股數相同（三股）
 - i. 轉的圈數相同
 - j. 紙條的長度
 - (3)應變變因：紙繩的載重量
- 4.裝置：



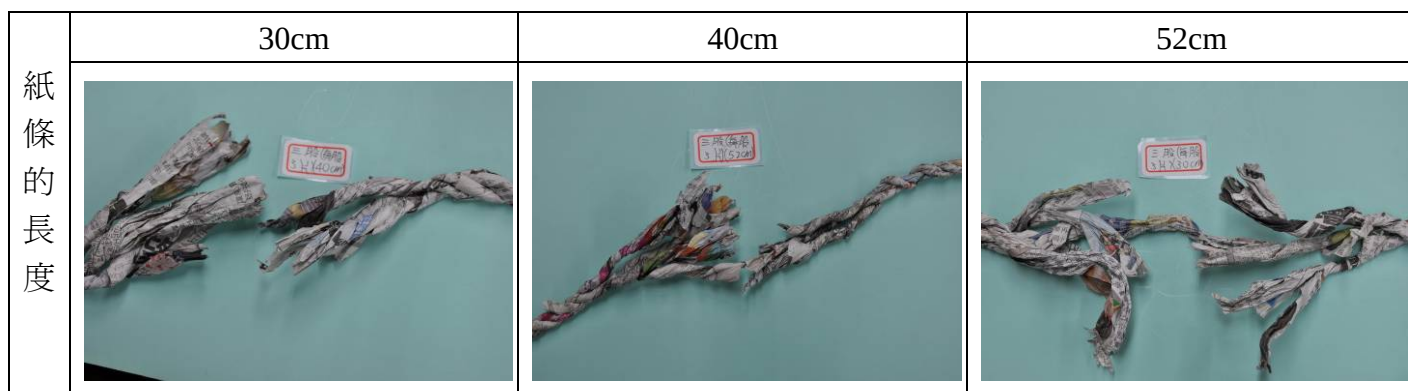
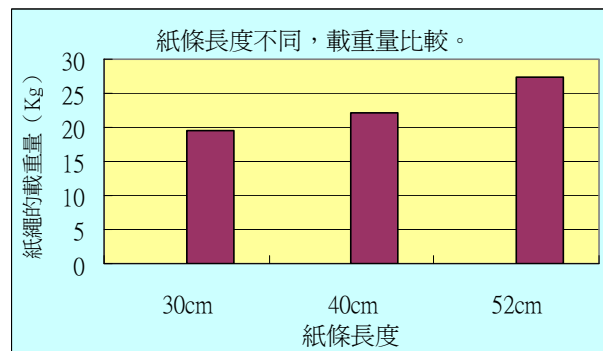
5.實驗方法：

- (1)將做好的三股紙繩綁在椅子上。
- (2)在三股紙繩的中心點掛上水桶。
- (3)將重物放入水桶，直到三股紙繩斷掉。
- (4)觀察三股紙繩斷裂的情形，並記錄下來。
- (5)秤秤看，重物和水桶的重量是多少，並記錄下來。

6.結果： 單位：Kg

紙條的長度 次數	30cm	40cm	52cm
1	20.8	24.6	24.8
2	14.5	20.6	29.6
3	23.3	21.3	28.3
合計	58.6	66.5	82.7
平均	19.5	22.1	27.5

7.比比看：



8.討論：

- (1)當紙條的長度越短所編織的三股紙繩，做出來的三股紙繩，載重量越小，可能是因為紙條的長度越短，接點越多，就會不堅固容易斷裂；相反的，紙條長度越長時，做出來的紙繩載重量越大，可能是因為紙條的長度越長，接點越少會較堅固，不易斷裂。
- (2)我們覺得載重量跟紙條的長度有關，也跟做繩子時有關；有可能跟編繩子時的鬆緊度有關，所以我們就想做做看，鬆緊不同的實驗。
- (3)斷裂的裂痕是鋸齒狀，有可能是施力的方向和纖維的方向相反所造成的。

9.發現：

- (1)當紙條的長度越短時，載重量就越小；相反地，當紙條長度越長時，載重量越大。
- (2)三股紙繩幾乎斷在掛勾的左邊。

(六) (實驗六)：報紙三股紙繩轉的圈數不同，載重量的比較。

1.目的：瞭解三股紙繩會不會因為轉的圈數不同，而改變載重量。

2.材料：紙繩中的長度 360cm、不同圈數的三股紙繩（80 圈、120 圈、160 圈、）、重物（石頭、螺帽）、椅子、塑膠繩、水桶（直徑 40cm）、S 掛勾、尺、秤。

3.變因方面：

(1)操縱變因：轉動的圈數不同

(2)保持不變變因：

a.紙繩中的長度 360cm

b.紙條的長度、寬度

c.紙繩的材質

d.掛勾掛在同一位置

e.纖維方向【直】

f.股數相同（三股）

(3)應變變因：三股紙繩的載重量

4.裝置：（和實驗五相同）

5.實驗方法：

(1)將做好的三股紙繩綁在椅子上。

(4)觀察三股紙繩斷裂的情形，並記錄下來。

(2)在三股紙繩的中心點掛上水桶。

(5)秤秤看，重物和水桶的重量是多少。

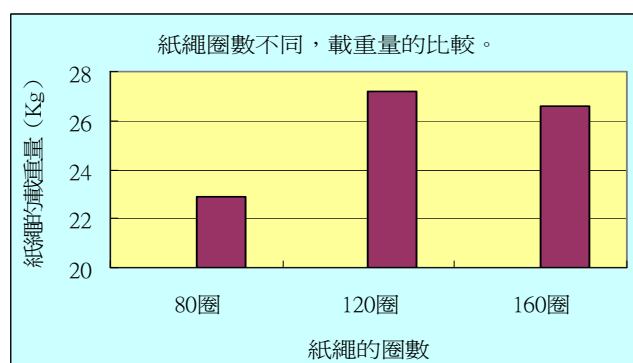
(3)重物放入水桶，直到紙繩斷掉。

6.結果：

單位：Kg

圈數 次數	80 圈	120 圈	160 圈
1	22.2	26.3	30.4
2	20.6	31.1	25.5
3	26.1	24.3	23.9
合計	68.9	81.7	79.8
平均	22.9	27.2	26.6

7.比比看：



8.討論：

(1)我們原本以為紙繩轉 160 圈時最硬，所以它的載重量應該最大，可是並沒有，可能是因為紙繩轉 160 圈時轉得太緊了，使它容易斷掉；紙繩轉 80 圈時又太鬆了，所以載重量最小。

(2)從實驗中，發現紙繩編織時，如果轉的圈數太多，表示轉得太緊，就容易斷裂；如果轉得圈數太少，表示轉得太鬆，也容易斷裂，所以紙繩轉得圈數要恰當，才不容易斷裂。

(3)我們實驗結果是三股紙繩在 360cm 時轉 120 圈，是最恰當的，可以載得最重。

紙繩的圈數	80 圈	120 圈	160 圈
			

四、活動四：三股紙繩在生活中的應用

(一) 做完以上六個實驗，我們認為三股紙繩既然能承受這麼大的載重量，而且皺紋紙的顏色那麼鮮豔又那麼美；如果把它做成生活用品，那一定會很實用、很美觀，我們就討論出以下有關食、衣、住、行、育、樂等的生活用品。

(二) 我們目前製作的物品：跳繩、你爭我奪、鍋墊、腳踏墊、手提袋、搖籃、脫鞋、帽子、手環、枕頭墊、紙蓆、鑰匙圈、吊飾、紙球、皮帶、衣架、窗簾。

(三) 三股紙繩應用在運動上：

1. (應用 1)：三股紙繩可以用來當「跳繩」。

(1)材料：報紙三股紙繩、皺紋紙三股紙繩

(2)成品：

(3)長度：

a.150cm～200cm 單人跳繩運動。

b. 300cm～500cm 雙人以上跳繩運動。

(4)優點：

a.報紙三股紙繩價格便宜。

b. 製作過程簡單。

c.皺紋紙三股紙繩美觀。

d. 堅固紮實。

(5)缺點：浸水太久可能會爛掉。

2. (應用 2)：三股紙繩可以玩「你爭我奪」

(1)材料：報紙三股紙繩、皺紋紙三股紙繩

(2)成品：請參考實物

(3)長度 150cm～200cm

(4)玩法：

a.兩個人面對面。

b. 分別握住繩子的一頭。

c.將三股紙繩套在腰上。

d. 只能動腰部。

e.哪一方的腳移動就算輸了。

(5)優點：

a.製作過程簡單。

b. 只要有二個人就可以玩。

c.皺紋紙三股紙繩彈性佳。

d. 訓練腰力的好方法。

(6)缺點：浸水太久會爛掉。



3. (應用 3)：三股紙繩可以做「紙球」

(1)材料：網球、皺紋紙三股紙繩

(2)長度：600cm~800cm

(3)成品：請參考實物或右圖

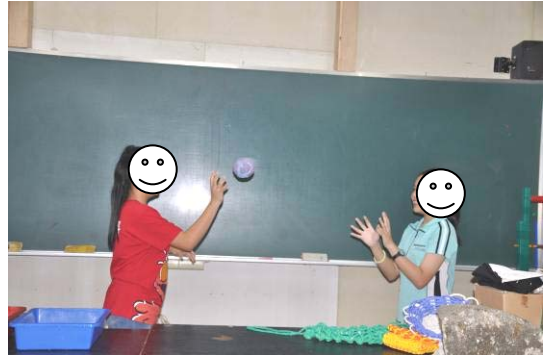
(4)玩法：

- a.在空曠的地方。
- b. 一人、二人或多人互相傳接球。
- c.哪一個人掉下去就算輸了。

(5)優點：

- a.製作方便簡單。
- b. 堅固紮實。
- c.也可以當裝飾品~美觀。
- d. 有助身心健康。

(6)缺點：浸水太久會爛掉、流手汗「紙球」會褪色。



(四) 三股紙繩應用在用餐上

1. (應用 1)：三股紙繩做成「隔熱墊」

(1)材料：皺紋紙三股紙繩

(2)成品：請參考實物或右圖

(3)長度：800cm~850cm

(4)優點：

- a.厚度夠，隔熱效果佳。
- b. 顏色鮮豔美觀。
- c.堅固耐用。

(5)缺點：浸水太久會爛掉。



(五) 紙繩應用在寢具上

1. (應用 1)：三股紙繩做成「脫鞋」

(1)材料：皺紋紙三股紙繩

(2)成品：請參考實物或右圖

(3)長度：2000cm~3000cm

(4)優點：

- a.顏色鮮豔美觀。
- b. 底部凹凸不平，可以按摩腳底。
- c.堅固耐用。

(5)缺點：浸水太久會爛掉。



2. (應用 2)：三股紙繩做成「枕頭墊」

(1)材料：皺紋紙三股紙繩、強力膠

(2)成品：請參考實物

(3)優點：

- a.顏色鮮豔美觀。
- b. 可以按摩頭部。
- c.堅固耐用。

(4)缺點：浸水太久會爛掉、不能清洗。

3. (應用 3)：三股紙繩做成「紙蓆」

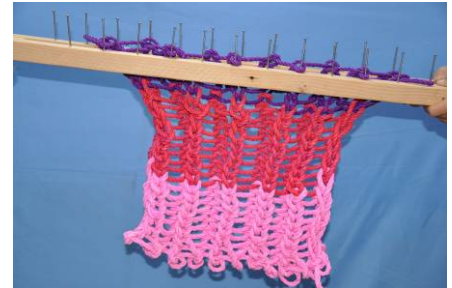
(1)材料：皺紋紙三股紙繩、強力膠

(2)成品：請參考實物或右圖

(3)優點：

- a.顏色鮮豔美觀。
- b. 可以按摩身體。
- c.堅固耐用。

(4)缺點：浸水太久會爛掉、不能清洗。



4. (應用 4)：三股紙繩做成「窗簾」

(1)材料：皺紋紙三股紙繩、強力膠

(2)成品：請參考實物或右圖

(3)優點：

- a.顏色鮮豔美觀。
- b. 堅固耐用
- c.有藝術感。

(4)缺點：浸水太久會爛掉、不能清洗。



(六) 三股紙繩應用在提放物品

1. (應用 1)：三股紙繩做成「手提袋」

(1)材料：皺紋紙三股紙繩

(2)成品：請參考實物或右圖

(3)優點：

- a.顏色鮮豔美觀。
- b. 方便提東西。
- c.功用多樣。

(4)缺點：遇到雨天不太適合、不能清洗。



2. (應用 1)：三股紙繩做成「搖籃」

(1)材料：皺紋紙三股紙繩、

(2)成品：請參考實物或右圖

(3)優點：

- a.顏色鮮豔美觀。
- b. 可以按摩身體。
- c.功用多樣。

(4)缺點：遇到雨天不太適合、不能清洗。



(七) 紙繩應用在裝飾上

1. (應用 1)：三股紙繩做成「帽子」

(1)材料：皺紋紙三股紙繩

(2)成品：請參考實物或右圖

(3)優點：

- a.皺紋紙至繩美觀。
- b. 堅固紮實。
- c.遮陽實用。

(4)缺點：遇到雨天不太適合、不能清洗。



2. (應用 2)：三股紙繩做成「椅墊」

(1)材料：皺紋紙三股紙繩

(2)成品：請參考實物或右圖

(3)優點：

- a.皺紋紙至繩美觀。
- b. 堅固紮實。
- c.按摩身體。

(4)缺點：遇到雨天不太適合、不能清洗。

3. (應用 3)：三股紙繩做成「手環」

(1)材料：皺紋紙三股紙繩

(2)成品：請參考實物或右圖

(3)優點：

- a.皺紋紙至繩美觀。
- b. 堅固紮實。
- c.製作方便。

(4)缺點：遇到雨天不太適合、不能清洗。



4. (應用 4)：三股紙繩做成「吊飾」

(1)材料：皺紋紙三股紙繩

(2)成品：請參考實物或右圖

(3)優點：

a.皺紋紙至繩美觀。

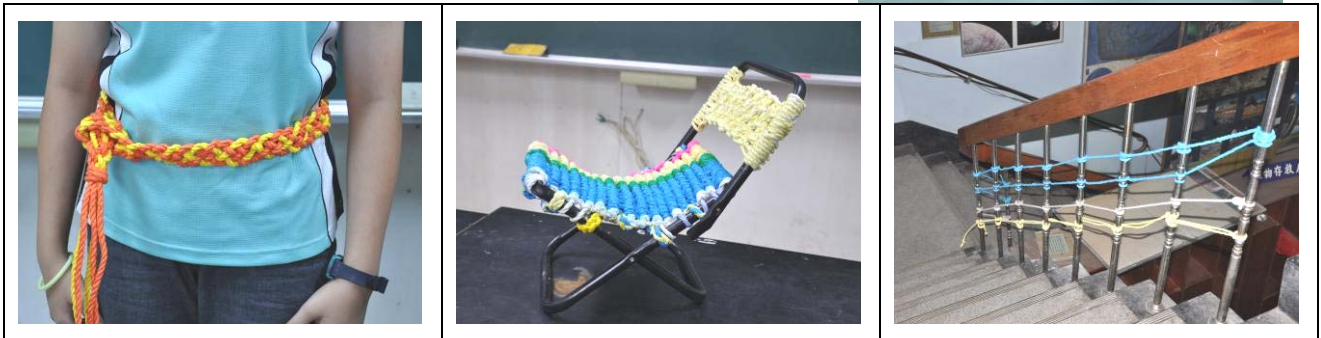
b. 堅固紮實。

c.很可愛喔！

(4)缺點：遇到雨天不太適合、不能清洗。

(八) 其他：皮帶、頭環、頭飾、椅子等等。

(九) 成品：



(十) 成品的優缺點：

1.優點：

(1)顏色鮮豔美麗

(2)堅固耐用。

2.缺點：

(1)碰到水會容易爛掉。

3.改進方法：上漆或膠使它防水。

(十一) 意外的發現：

我們將紙繩做成的成品收藏在準備室中，可是有一次淋到雨水後都軟掉了，我們好難過，想：要怎麼作才能讓我們的成品再度變硬呢？我們將它們曬乾，結果又變硬了！可是總不能每次都用曬的吧！所以我們蒐集相關資料，後來知道亮光漆和蠟可以防水，我們也想試試看白膠水，是否也能防水，最後決定用亮光漆、蠟和白膠水來進行以下實驗。

五、活動五：紙繩浸過不同溶液（亮光漆、白膠水、蠟）後，吸水量和載重量的比較。
受到雨水的影響，紙繩製品變軟了，除了資料中提到亮光漆和蠟可以防水外，我們也想嘗試白膠水的效果。

(一)實驗 1：紙繩浸過不同溶液（亮光漆、白膠水、蠟），吸水性的比較。

- 1.目的：瞭解可以保護紙繩的防水溶液。
- 2.材料：報紙紙繩、天平、保鮮盒、亮光漆、蠟、白膠水、水、剪刀、支架、盤子
- 3.裝置：



4.變因方面：

(1)操縱變因：泡水前紙繩浸的溶液（無、亮光漆、白膠水、蠟）

(2)保持不變變因：

- | | |
|------------|----------|
| a. 紙繩的股數 | d. 紙繩的材質 |
| b. 紙繩的纖維方向 | e. 滴水的時間 |
| c. 紙繩浸水時間 | f. 紙繩重量 |

(3)應變變因：紙繩的吸水量

5.實驗方法：

- (1) 將浸過不同溶液（亮光漆、白膠水、蠟）的紙繩裁剪好。
- (2) 將裁剪好的紙繩，用天平測量重量。
- (3) 放入已裝水的保鮮盒中。
- (4) 一小時後，將紙繩拿起來，放在架子上。
- (5) 讓水滴乾（十分鐘）。
- (6) 用天平測量紙繩的重量。
- (7) 記錄重量的變化。

		
泡水	滴乾水	秤重量

6.實驗結果：

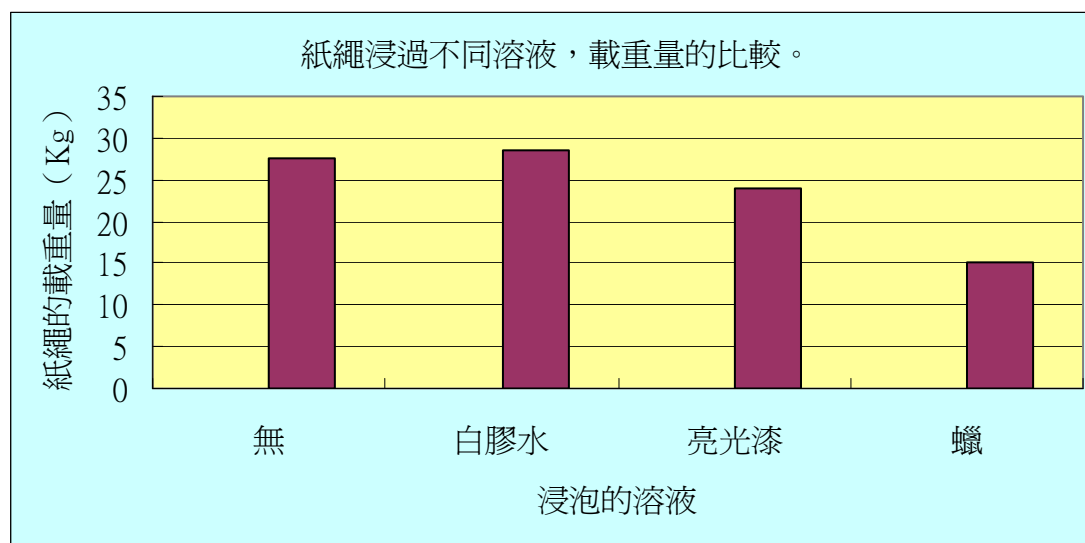
- 紙繩浸泡不同溶液後，重量變化量。 單位：g

紙繩浸的溶液 次數	無	白膠水	亮光漆	蠟
1	18.5	11.8	8.2	5.6
2	18.8	11.7	8.9	6.2
3	18.1	12.0	8.7	6.0
合計	55.4	35.5	25.8	17.8
平均	18.4	11.8	8.6	5.9

- 紙繩浸泡不同溶液後，重量變化。 單位：g

紙繩浸的溶液 紙繩重量變化	無	白膠水	亮光漆	蠟
紙繩原來重量	5.0	5.0	5.0	5.0
紙繩增加重量	7.3	11.3	3.6	0.9

7.實驗比較：



8.討論：

- (1) 沒有浸過溶液的紙繩，防水性最差；浸過白膠水的紙繩防水性也不好。我們想沒浸過溶液的紙繩一遇水，就會開始慢慢吸水；浸過白膠水的紙繩，雖然有白膠保護，但是白膠遇到水會溶解到水中，所以防水效果也不好。
- (2) 浸過亮光漆和蠟的紙繩防水效果佳，可能是因為上了亮光漆或蠟後，會在紙繩上產生一層光滑保護膜，而且亮光漆和蠟碰到水後，都不會溶解到水中，所以防水效果佳。

(二)實驗 2：紙繩浸過不同溶液（亮光漆、白膠水、蠟）後，載重量的比較。

1.目的：瞭解紙繩浸過不同溶液後，載重量是否會受影響。

2.材料：椅子、紙繩、白膠水、塑膠繩、亮光漆、保鮮盒、石頭、水桶、布、秤、木板、尺、S 型掛勾、桌子、水、螺帽、鑷子、電風扇、蠟

3.實驗裝置：



4.變因方面：

(1)操縱變因：紙繩浸過的防水溶液（亮光漆、白膠水、蠟）

(2)保持不變變因：

- a.白膠的濃度
- b. 紙繩纖維方向
- c.紙繩的股數
- d. 紙繩的材質
- e.水桶的大小和材質

(3)應變變因：紙繩的載重量

5.實驗方法：

(1)將紙繩剪成等長的九段。

(2)其中三段浸入白膠水，三段浸入融化的蠟中，三段浸入亮光漆中。

(3)將九段紙繩放在架子上，用電風扇吹乾。

(4)將紙繩用塑膠繩固定在椅子上。

(5)用 S 型掛勾將水桶掛在紙繩上。

(6)放入石頭及螺帽，使紙繩斷掉。

(7)測量紙繩載重量。

6.實驗結果：

單位：Kg

紙繩浸的溶液 次數	無	白膠水	亮光漆	蠟
1	24.8	31.5	25.4	16.3
2	29.6	29.4	22.2	14.5
3	28.3	25.1	24.3	14.5
合計	82.7	86.0	71.9	45.3
平均	27.5	28.6	23.9	15.1

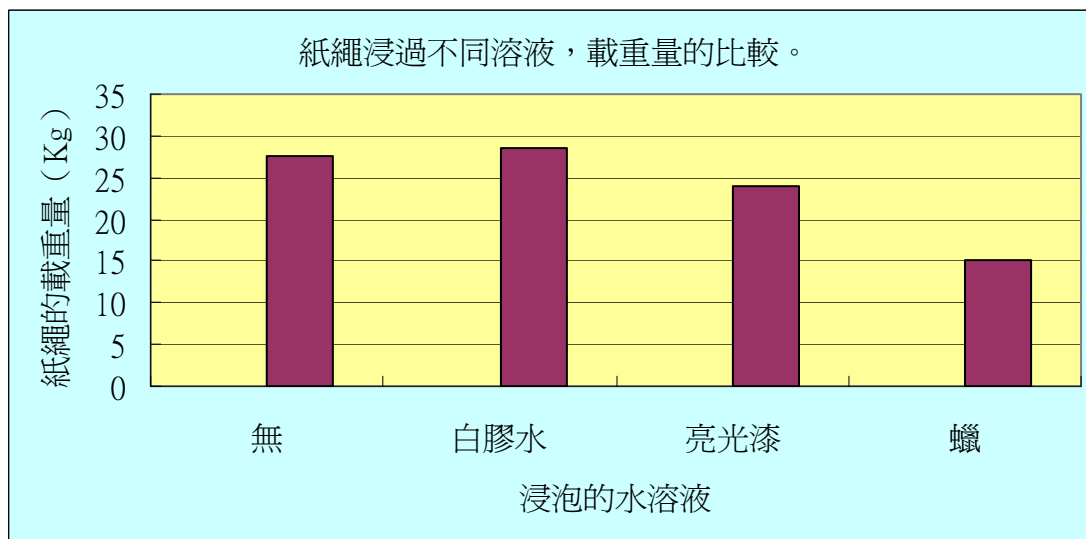


浸白膠水



晾乾

7.實驗比較：



8.討論：

- (1)浸過蠟的紙繩載重量最小。
- (2)浸過白膠水的紙繩載重量最大。
- (3)亮光漆雖然很硬，而且防水性很好，但是載重量小；我們覺得可能是因為亮光漆使紙繩變脆了，所以容易斷掉。
- (4)浸過亮光漆的紙繩只能增加防水性，但卻會減少載重量，所以袋子的提把不適合上亮光漆，而應該用可以增加載重量的白膠水。

(三)分析各種紙繩浸過不同溶液的優缺點：

材質	優點	缺點
蠟	取材容易，價格便宜。 熔得快乾得快。 可增加光滑度。 清潔容器容易。 防水性佳。 可使物體不褪色。	步驟繁多，麻煩。 會使紙繩載重量變小。
亮光漆	防水性佳。 可使物體產生光澤。 增加紙繩硬度。 可使物體不褪色。	有異味。 耗時，乾得慢。 減少載重量。
白膠	增加載重量。	放置後會有異味。 防水性不佳。 乾得慢。

(四)各種紙繩製品的需求及適合的防水物質

品名	需求	材質	適合防水物質
跳繩	■ 可防水 ■ 易清潔	報紙	蠟
你爭我奪繩子	■ 可承受很大的力量 ■ 不是很需要防水	報紙	白膠水、亮光漆
紙球	■ 防水	報紙	亮光漆、蠟
紙球	■ 防水 ■ 不染色 ■ 不褪色	皺紋紙	亮光漆、蠟
隔熱墊	■ 耐熱 ■ 不染色	皺紋紙	亮光漆
保溫圈	■ 可耐熱	報紙	亮光漆
枕頭	■ 不太硬 ■ 清潔方便	報紙	蠟
椅墊	■ 硬 ■ 清潔方便	報紙	亮光漆、白膠水
紙蓆	■ 不染色 ■ 不太硬	皺紋紙	蠟
手提袋	■ 不染色 ■ 載重量大	皺紋紙	亮光漆、白膠水
帽子	■ 堅固 ■ 光滑	報紙	蠟
椅子	■ 載重量大	報紙	白膠水
棒球棒	■ 防水 ■ 清潔容易	報紙	亮光漆、蠟
棒球手套	■ 不染色 ■ 不太硬 ■ 防水	皺紋紙	蠟
棒球手套	■ 不太硬 ■ 防水	報紙	蠟
假髮	■ 不褪色 ■ 不染色 ■ 防水	皺紋紙	蠟
花	■ 不褪色 ■ 不染色 ■ 防水	皺紋紙	蠟

陸、結論：

- 一、從實驗中，我們瞭解紙繩每股的紙片數、材質、接點數.....等變因都會影響紙繩的載重量和拉力；而且更令我們感到意外的是紙繩可以承受很重的東西。因此，我們如果利用看完的報紙、廣告紙、皺紋紙製成紙繩，應用在生活中，不但可以減少垃圾，而且說不一定可以取代塑膠製品，減少環境污染。
- 二、老師告訴我們，以前小時候每天晚上都在編繩子，所用的工具，和我們設計、改進製作的這台編繩器是一樣的。實驗時，我們利用「她」來編繩子，常常引來好多人好奇的走過來圍觀，也十分驚訝美觀耐用的紙繩編製，原來是這麼方便簡單。
- 三、利用報紙、皺紋紙取材方便又便宜，製成的紙繩應用在生活中包羅萬象：
 - （一）運動方面：跳繩、紙球、你爭我奪～鍛鍊身體
 - （二）住的方面：紙蓆、枕頭墊、脫鞋～清爽還具有按摩效果。窗簾～美觀功能。
 - （三）衣著方面：皮帶、頭環、髮戴、帽子～實用美觀。
- 四、從實驗中，我們將紙繩浸過亮光漆、蠟或白膠水後，結果意外發現它們的防水效果不一樣，載重量也不同。經過分析後，我們進一步瞭解不同材質和有不同需求的紙繩製品，可以嘗試浸入不同溶液增加防水性或載重量。

柒、參考資料：

王乾任等人（2005）。新視野學習百科（第 38 冊）。台北市：暢談文化。

手工草繩

（<http://www.wretch.cc/blog/pipemore7/13529109>）

傳統技藝：編草繩

（<http://blog.xuite.net/uhoo/dc/11464552>）

【評語】 080810

本作品利用各類紙張與廢紙製作紙繩，並編製成各種生活用品。整體內容極豐富，色彩繽紛，紙繩的製作與應用極具創意與生活趣味，故推薦為第三名。