

中華民國第四十六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

080832

水姑娘「紙來紙網」

學校名稱： 高雄市左營區新光國民小學

作者： 小六 劉宗澄 小六 鄭貴文 小六 黃靖愉 小六 邱秀婷 小六 黃淑如	指導老師： 廖仲文 賴燕菁
---	---------------------

關鍵詞：紙、水、負載重量

水姑娘「紙來紙網」

摘要

從一個大人與小朋友皆喜愛的夜市小遊戲—「撈金魚」，引發研究身旁周遭所看過、用過的各種不同紙張的好奇心，這些紙叫什麼？它的負重程度怎麼樣？要用什麼方法去測量出來？沾了水(或是沾不同液體)之後的紙張，其負重程度是否會改變？

藉由一連串反覆的實驗中，我們瞭解夜市的撈魚老闆應使用什麼樣的「紙」供顧客遊玩，才不會血本無歸，顧客也能玩的盡興。

過程中發現紙網與池水水面的接觸角度是越垂直越佳；紙網在水中的時間越短越不容易破；所選擇的魚種，體型越小越好，活動力較弱較佳；儘快將撈到的魚放入小臉盆，使小魚停留在紙網的時間越短越好，避免小魚掙扎時，弄破紙網。

壹、研究動機

每次逛夜市時，總會看到有許多人圍繞在撈魚池四周，聚精會神的拿著一把小「紙網」，只花一會兒的功夫，不可思議的事情發生了，這個小紙網居然可以將活潑亂跳的小魚撈了上來。在四年級下學期時，曾經上過水中生物【南一版 自然與生活科技課本第四單元 水中生物】，面對那些五彩繽紛的小魚，想要認識牠們的名字，又想要瞭解為什麼「紙」做的網子居然可以將魚撈起，於是便買了支網子撈撈看，正當我戰戰兢兢的將網子放入水中，想不到還沒撈到魚，紙網就破了。回到學校後趕緊找自然老師好好請教一番，為什麼有些人可以用紙網撈到二、三十條魚，紙網都還不會破呢？這個紙做的網子，到底可以承受多少重量呢？配合五年級下學期學過的「測量力的大小」的方法【牛頓版 自然與生活科技課本第三單元 力的世界】，來測量沾了水之後的網子，到底能夠承載多少重量？在水中的魚會不會因為光的折射而有位置上的視覺誤差呢？【南一版 自然與生活科技課本四年級上學期第二單元 池水的深淺看的準嗎？】種種的問題引發了我們設計這個實驗，就讓咱們來發掘並找出這些問題的答案。

貳、研究目的

- 一、調查市面上有哪些不同種類的紙張，並了解紙的特性與原料。
- 二、蒐集家中常見紙張，認識它們的名稱及用途。
- 三、研究撈魚技巧，並能認識池中魚的名稱與種類。
- 四、研究瞭解不同紙張，在不沾水時，所能負重的程度。
- 五、找出各種能影響撈魚紙網負重程度的變因，並瞭解它們的影響程度。
- 六、將固定重量的假魚放入水池，用各式不同紙網在靜水中撈起假魚，以假魚作為負重物，觀察並紀錄不同紙網，其所呈現的的負重情形。
- 七、在池水中加入幫浦打氣製造水流，模擬假魚游動情況以及夜市撈魚水池的環境，觀察水流的衝力是否會對紙網負重有所影響。
- 八、研究紙張在滴入不同液體下，紙網所能承載的重量是否改變。

參、研究設備及器材

- 一、不同材質的紙
- 二、剪刀、美工刀、切割板
- 三、固定紙網的塑膠框、溫濕度計
- 四、精密電子計重秤、量角器、直尺
- 五、各類液體
- 六、打氣幫浦、打氣石、導管
- 七、假魚
- 八、不同重量的砝碼、小鋼珠



肆、研究過程或方法

【研究一】調查市面上有哪些不同種類的紙張。

一、方法

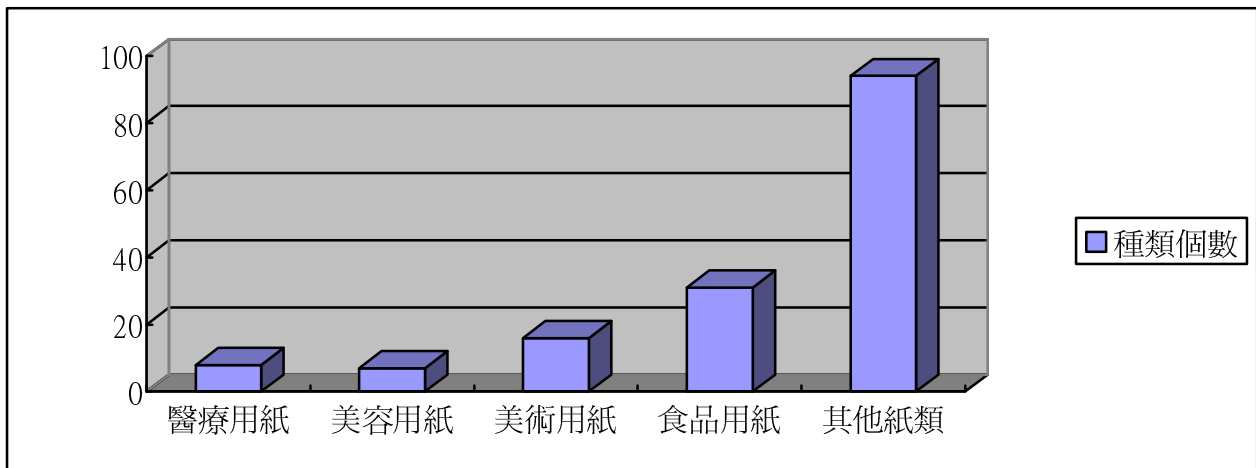
組員們先透過網際網路來調查紙張的名稱及其特性，並且分別到大賣場、文具店、雜貨店去調查常見的紙張。將所得結果整理成表一及表二。

二、紀錄

將所找到的資料，整理分成五大類詳如表一所示

表一、五大紙張分類表

一、醫療用紙	二、美容用紙	三、美術用紙
醫療床巾、醫療紙、紙床巾、內診紙、抗污紙、防污紙、藥材紙、包藥紙	吸油面紙、吸水紙、燙髮紙、美容拭布、美容布、透氣紙、擦拭紙	美術紙、進口紙、描圖紙、新聞紙、銅版西卡紙、灰銅卡、白銅卡、幻影紙、中空板、珠光紙、雲龍紙、美術紙、進口紙、手工紙、宣紙、棉紙
四、食品用紙	五、其他紙類	
可食神符紙、饅頭紙、漢堡紙、餅乾紙、飯糰紙、糖果紙、烘培紙、水果紙、蛋糕用紙、麵包紙、吸血紙、吸水紙、烤盤紙、防油紙、包子紙、蒸籠紙、湯包紙、防潮包裝紙、食品包裝紙、外賣袋、冰棒紙、冰棒袋、漢堡袋乳酪紙、茶包袋、泡茶袋、餐墊紙、防黏紙、年糕紙、玻璃紙、瀉油紙、巧克力紙	防塵紙、切割紙、裱褙紙、襯紙、防黏紙、隔黏紙、離型紙、麥拉、毛邊紙、不織布、透氣不織布、透明紙、噴漆紙、烤漆紙、導電紙、引電紙、三合一牛皮紙、強筋牛皮紙、濕強紙、四層袋、飼料袋、肥料袋、茶包袋、泡茶袋、晶片紙、影圖紙、噴墨紙、道林紙、模造紙、服飾包裝紙、空氣濾紙、中性紙、航空紙、蛋糕用紙、彩虹膜、印花紙、黑紙、臘光紙、紅紙板、薄頁紙、PP 瓦楞板、幻影紙、灰報紙、土報紙、白報紙、無硫紙、吸附紙、助燃紙、店卡、防潮紙、電阻紙、防滑紙、郵封紙、珠光紙、夾層紙、包鋼紙、育苗紙、電腦紙、遮光紙、瀉水紙、耐水紙、石棉紙、隔拉辛紙、防霉紙、熱感紙、絕緣紙、羊皮紙、吸油棉、羊毛氈、拷貝紙、擦拭紙、耐燃紙、柏油紙、紀錄紙、無心紙、無心收銀紙、收銀紙捲、紀錄紙、紙條、防蟲紙、硫酸紙、隔層紙、底紙、墊紙、打版紙、牛皮紙、單光紙、招貼紙、中空板、無塵紙、內襯紙、厚紙板、牛皮板、泰維克 (Tyvek) 紙	



圖一、五大紙張分類統計圖

表二、家庭常見用紙比較表

面紙	化粧及清潔用之薄紙，其原料多為漂白化學紙漿及螺螄紙漿，而加工成皺紋狀其特性為不易撕裂、富柔軟性、不易起毛、具耐濕性，且不可含有可遷移性螢光劑。
餐巾紙	用餐時代替餐巾所用之紙張，一般為 100% 原生化學紙漿或摻用部份原生機械木漿，同樣不得含有可轉移性之螢光劑。
廚房紙巾	使用漂白化學紙漿添加濕強劑製成有皺紋之紙張，替代手巾於廚房擦拭用。
衛生紙	具適度柔軟性，容易吸水之廁所用紙，產品依表面狀態可分為皺紋衛生紙、花紋衛生紙，而依構造形狀可分為捲筒型（包括單層與雙層）及平板型（包括折疊及連續抽取式），所謂捲筒即每隔一定之距離打一排與捲軸軸向平行之小孔，以便紙張輕易地從紙捲上撕下。

表三、宣紙、毛邊紙、棉紙與撈魚紙性質比較表

宣紙	主要做為書法用紙；至於用在畫畫上，水墨的表現較好，宣紙的原料以雁皮、檀皮為主；因檀皮取得較為不易，所以現在幾乎都以纖維較細的雁皮做主漿料，並配以竹漿和稻草漿。
毛邊紙	用餐時代替餐巾所用之紙張，一般為 100% 原生化學紙漿或摻用部份原生機械木漿，同樣不得含有可轉移性之螢光劑。
棉紙	一般的原料以雁皮、構樹皮（即楮皮）、三桠為主。由於雁皮、三桠的纖維沒有如構樹皮會產生樹脂的障礙，所以較適合製造宣紙，配合著構皮纖維特有的性能，如強韌度夠、纖維長，所以在一些紙製品的製作上，幾乎是棉紙的天下，如燈籠、紙扇、紙飾物等等。
撈魚紙	品質比較差的機械宣紙，磅數較小，厚度較薄。

三、發現與討論

- (一) 經過這一番調查，想不到「紙」的種類居然這麼多。
- (二) 幾種家裡常見的面紙、衛生紙、餐巾紙、廚房紙巾，表面上看起來差不多，其實它們的原料、外型、特性等都是大不相同的。
- (三) 經大家討論，決定先以厚度較薄的紙張為優先考量。

【研究二】蒐集常見的紙張，分類整理成一本紙的樣本百科。

一、方法

組員們回家蒐集所曾用過的紙張樣本，將具代表性的紙張放入透明活頁袋中，標上名稱，做成一本檔案資料。見表四。

二、紀錄

表四、紙張樣品百科列表

家庭用紙	衛生紙〈各家廠牌〉、面紙、溼紙巾、餐巾紙、鋁箔紙、廚房紙巾、油炸品吸油紙、除塵紙。
文書用紙	撈魚紙、毛邊紙〈竹漿〉、毛邊紙〈木漿〉、宣紙〈手工〉、宣紙〈機械〉、棉紙、色紙〈蠟光〉、稿紙、作業簿紙、筆記本紙、日曆紙〈粗糙〉、日曆紙〈光滑〉、宣傳紙、資料夾內頁紙、A4 影印紙、包裝紙、圖畫紙、描圖紙、報紙、傳真紙、牛皮紙。

三、發現與討論

- (一) 有些面紙，一抽是一張，而有些廠牌的面紙一抽卻是兩張合在一起，實驗時必須先將它分開，再做測試。
- (二) 組員們討論決定先到夜市中拜訪撈魚業者，觀察其所使用的工具，所用的紙張，以及池中魚的種類、大小、名稱等等。

【研究三】訪談夜市中的撈魚業者及撈魚高手

一、方法

由老師帶隊，到住家附近的瑞豐夜市中，訪問當地的兩家撈魚業者以及正在遊戲的撈魚高手，瞭解撈魚池中常見的魚類，並且親身體驗一番。



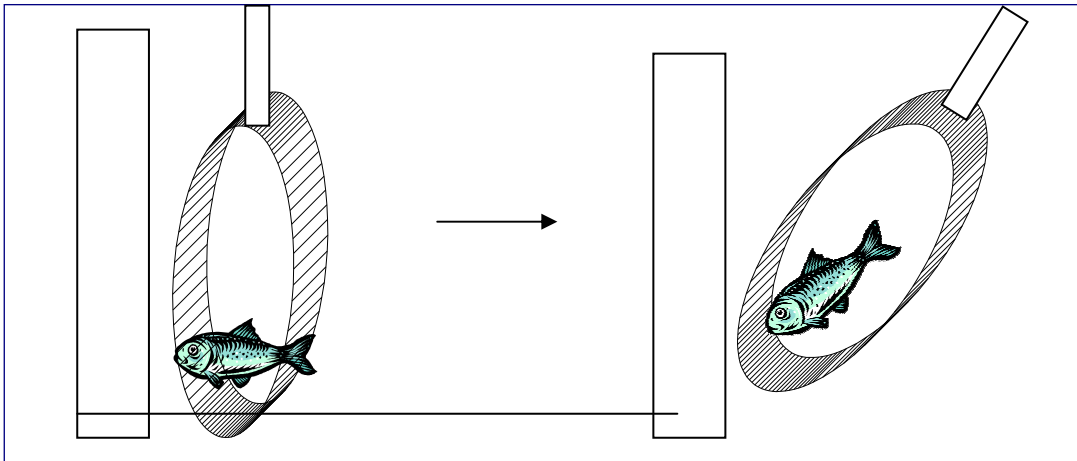
圖二、瑞豐夜市撈魚攤位

二、紀錄

(一) 貴文的觀察記錄

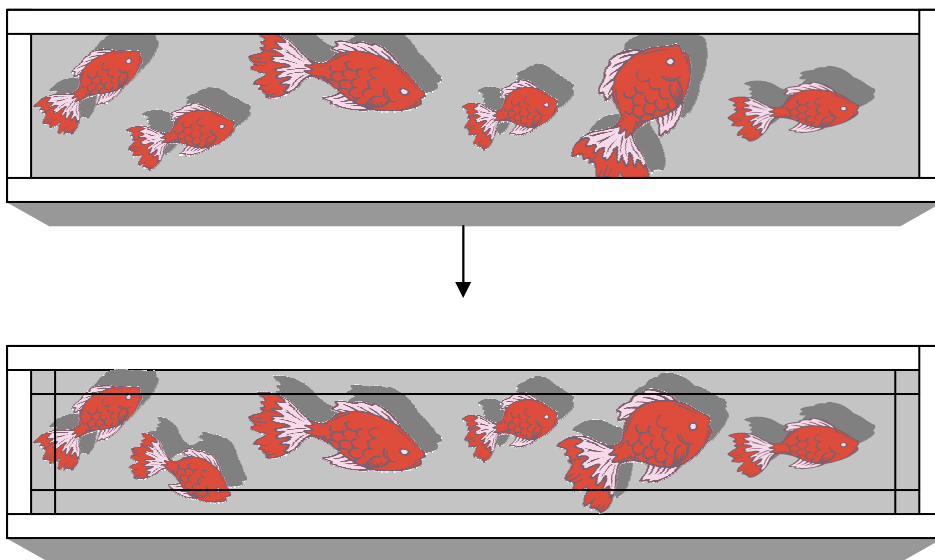
我們選擇夜市來做訪問的地點，因為夜市裡撈魚的攤販比較多，我們晚上七點半就開始進行訪問，一直訪問到接近九點才回家。

我們到了夜市，我看見了兩攤撈魚攤，塑膠箱裡有好多好多的魚，其中最多的種類是孔雀魚、紅球(紅太陽)、金玫瑰、還有一般的飼料魚(朱文錦) ...等，我們首先先觀看別人怎麼撈魚，之後，經過撈魚高手的一番解說，我們才了解：(如下圖)



圖三說明：撈到魚之後，靠著塑膠箱的牆壁，成 90 度狀態使水流出，避免撈魚紙載不動水的重量而破裂，之後再成大約 45 度把魚撈起來，以免讓魚跳出來。

到另一家撈魚攤正要訪問的時候，我們就很明顯的看見塑膠箱的四周都貼滿了膠帶(見下圖)，我們就在猜老闆是不是怕魚跳出來掉到地板上？或...怕人家在人群中偷偷把手伸進塑膠箱中偷魚？



圖四、上圖為一般魚池，下圖為貼上膠帶的魚池

(二) 宗澄的觀察記錄

那天去夜市一遊我的收穫是，撈魚不只是要有技巧的，最重要還是考慮到它的紙能承受多少重量，因此，決定訪問撈魚業者…老闆，最終，老闆還是那句老話就是「技巧」的問題，以下就是方法，要記住哦！↵

先把魚趕到角落，網子再慢慢的稍微向上提(慢慢的.別讓魚發現.免得跑光)，網子出水面也有訣竅，要斜一邊出來，這樣網子上面不容易有水的重量把網子撐破，網子在水裡的時候也不要移動的太快，最好跟水的水平移動方向，比較不易破掉，成功把魚撈到上網時，動作要快，盆子拿斜的，然後把魚快速的用"倒"的倒在盆子裡。↵

所以，這次的訪問我也學到了撈魚的技巧，雖然問的、說的都是技巧的問題，但其中發現紙的載重，就佔了50%，經過仔細觀察，仍然覺得對「紙」來說也有很大的關係，基本上要撈到30條是不可能的，因為老闆不可能把網子(紙)用的很厚，通常是越薄越好，當然就越容易破了。↵

總之，夜市一遊讓我深深了解，「技巧」和「紙」是相輔相成的，缺一不可，我想任何高手也都是能夠把握住這兩項要點吧！↵

(三) 靖愉的觀察記錄

剛開始說要去夜市採訪撈魚業者時，心裡非常的開心，因為那也是我第一次跟老師還有同學們一起去外面採訪別人，當天晚上我們到了夜市以後我們就開始尋找撈魚的攤位，當找到時卻看到有兩家撈魚的攤位，其中的一家撈魚攤位放魚的塑膠箱四周都黏上了膠帶，我們每個人見了都說是奸詐的商人，讓我們無法輕鬆的從邊邊撈起來，雖然它的四周都黏了膠帶，不過也還是看到有人撈滿多隻魚的，我們就問他說要如何撈才能撈的多呢？他跟我們說要四十五度的角度會比較好撈。↵

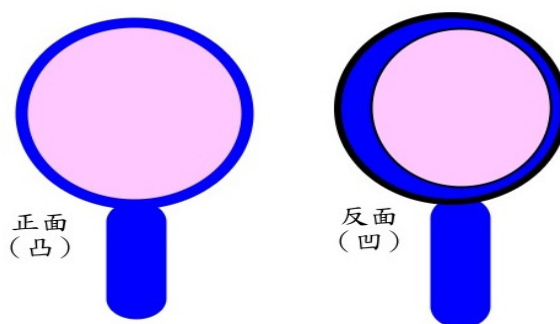
之後，我們就去另外一家訪問，這邊的魚池上就沒有黏膠帶了，我們詢問老闆，說哪一些種類的魚比較好撈呢?等等之類的一些問題，而且因為剛剛有問別人如何撈會比較好撈？所以我們就決定自己親自撈看看，結果我們的團員中有人撈到很多條右鍵以顯示法建議「金玫瑰」，但是也有人只撈到一條而已，所以其實我覺得還是要靠點技巧，撈完後我自己也發現一個秘訣，小隻的魚會比較好撈到，反之比較大隻的魚就比較不好撈，光是重量就容易將紙弄破掉，採訪完時也有許多的感想和收穫，也學到了要如何撈魚會比較好撈，因為我以前都是笨笨的很快就撈起來難怪會容易破，現在學會了如何撈魚會比較好，也期待實驗做完之後，我就能夠成為撈魚高手!↵

三、發現與討論

- (一) 看別人輕鬆撈起許多魚，而自己一隻都撈不到，才發現撈魚有很多技巧。
- (二) 組員們先觀察別人撈魚的姿勢與動作，接著再訪問撈魚高手的心得與技巧，我們發現高手都是使用撈漁網的反面(凹面)，見圖五。
- (三) 魚的種類也是一個重要因素，剛開始選擇撈紅球，體型跟孔雀魚差不多，結果紅

球的活動力很強，只撈到兩隻紙網就破了；之後改選體型較小的金玫瑰，活動力比較小，結果，幾位伙伴都撈到 10 條以上小魚。

- (四) 紙網不能待在水中過久，移動紙網時，避免水垂直的通過網面。
- (五) 在幫浦附近，因有許多氣泡，且水流較強，紙網好像比較容易破裂。
- (六) 將夜市中常見的小魚，詢問老闆及查相關圖鑑，整理成表五。
- (七) 據夜市老闆口述，曾有撈魚達人可撈起孔雀魚達 30 隻。



圖五、撈漁網正反面圖示

表五、夜市中所常見的魚類及名稱

			
黑牡丹	丹頂	琉金	珠鱗
			
熊貓	蘭壽	八字娃娃	孔雀魚
			
朝天眼	紅球	金玫瑰	朱文錦

【研究四】利用各式不同的紙網做負重實驗

一、方法

- (一) 從各類紙張中挑出一種作為實驗用紙。
- (二) 選用撈魚業者使用的塑膠框，作為固定紙張的固定器。
- (三) 將紙張裁切成 10 公分×10 公分大小的正方形。
- (四) 將欲實驗紙張套入塑膠框中，手持塑膠框，慢慢置入砝碼。
- (五) 以紙張破裂為依據，統整實驗數據。

二、紀錄

表六、各式紙張不沾水前，利用砝碼所測得的負載重量（單位：克）

種類\次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
撈魚紙	460	475	470	465	482	486	485	446	448	458	467.5
四季紅衛生紙	92	95	91	98	97	94	97	98	97	94	95.3
得意衛生紙	120	135	110	113	110	116	120	102	122	108	115.6
報紙	>1500 公克，都還不會破裂										
宣紙(機械製)	>1500 公克，都還不會破裂										
宣紙(手工製)	>1500 公克，都還不會破裂										
棉紙	>1500 公克，都還不會破裂										
毛邊紙(竹漿)	>1500 公克，都還不會破裂										
毛邊紙(木漿)	1100	1200	1150	1154	1447	1321	1333	1142	1132	1384	1236.3
舒潔面紙	204	210	212	220	202	204	203	200	206	211	207.2
餐巾紙	132	136	128	132	130	134	134	132	134	134	132.6
廚房紙巾	600	580	570	580	570	580	580	580	585	580	580.5

表七、能承受 1500 公克重以上的紙張列表

包裝紙	70 磅影印紙	廣告紙	鋁箔紙	日曆紙
筆記本活頁紙	作業簿紙	稿紙	色紙	圖畫紙
海報紙	卡紙			



三、發現與討論

- (一) 實驗當中，測得紙網塑膠圓框外框直徑為 9 公分，內框直徑為 8 公分。
- (二) 因紙框面積不大，因此決定以 1500 公克為界線，負載超過 1500 公克的紙張就不再測試負重程度。
- (三) 紙網內框的直徑量測，牽涉到求圓的圓心，經指導老師提示，只要在圓周上任意取兩個不同的弦，分別做這兩條弦的垂直平分線，而其兩條垂直平分線的交點，就是圓心了，有了圓心，半徑就可以很輕易的求出，也能將圓的面積計算出來。(紙網上紙張的面積約為 $4 \times 4 \times 3.14 = 50.24$ 平方公分)

四、猜想

因實驗的紙張很多種，實驗作久了，手會因酸痛而發抖，有可能因為手的震動而造成誤差呢。

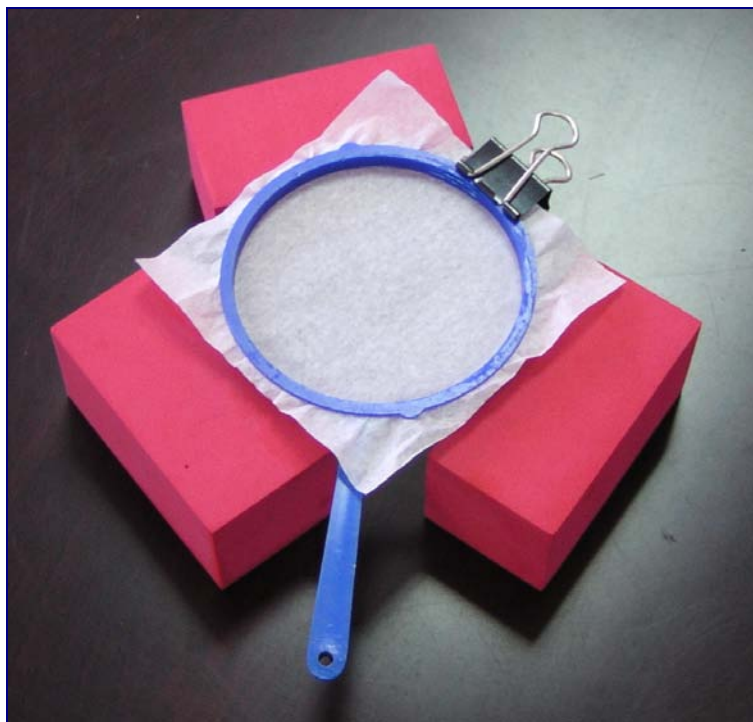
於是大夥兒便思考著如何解決此一問題。是否可以設計一個固定器呢？於是有了研究五的實驗。

【研究五】改良用固定架來測量紙網的負重實驗

一、方法

利用三點決定一平面的原理，我們設計了一個固定架，取代手持塑膠框的方式。步驟如下：

- (一) 先準備四個長條型的玩具積木。
- (二) 然後再把它擺成像一個正方形的凹槽，如圖六所示。



圖六、積木所設計成的固定架

二、紀錄

表八、改良使用固定架，利用砝碼所測得的負載重量（單位：克）

種類\次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
撈魚紙	482	484	488	468	472	476	484	476	478	464	477.2
四季紅衛生紙	94	98	94	96	98	98	94	96	98	98	96.4
得意衛生紙	136	134	126	132	120	122	124	112	124	128	125.8
報紙	>1500 公克，都還不會破裂										
宣紙(機械製)	>1500 公克，都還不會破裂										
宣紙(手工製)	>1500 公克，都還不會破裂										
棉紙	>1500 公克，都還不會破裂										
毛邊紙（竹漿）	>1500 公克，都還不會破裂										
毛邊紙（木漿）	1220	1200	1180	1184	1248	1320	1310	1240	1210	1284	1239.6
舒潔面紙	204	210	212	220	202	204	203	200	206	211	207.2
餐巾紙	134	134	138	130	130	132	128	138	132	136	133.2
廚房紙巾	590	586	590	588	582	582	594	578	580	584	585.4

三、發現與討論

- (一) 由研究四與五兩實驗中發現，使用固定架後紙張的平均負重程度增加了，證明了手的晃動，的確會加速紙張破裂。
- (二) 除了手的搖晃之外，組員使用電子秤時，發現了一個現象，因電子秤的精密度可達到 0.1 克，當對著秤盤稍稍吹氣，便發現電子秤上有數字在跳動，顯然吹氣是有重量存在的，因此實驗時要在無風的地方做測量，較不會造成誤差。
- (三) 砝碼的大小不一樣，最重的從 500 公克，最小有 500 毫克，是否因重量不均造成紙張負載的影響？
- (四) 每次實驗時，都要記錄溫度及濕度，並固定地點來做實驗。

四、猜想

假如使用大的砝碼，他的力量集中在某些地方，有可能使那個地方的紙面更快破裂，若是使用一樣大的負載物，或許可以較正確的測量出紙張的真正負重程度，其次，因為砝碼的底部有突出的地方，在砝碼接觸到紙面時，若是突出物先碰到紙張，有可能造成紙張的刮傷，如果可以找到光滑無突起物的替代品，應該可以解決此一問題，因此，提議找個外型是球形的重物，如彈珠、鋼珠等，取代砝碼，實驗看看我們的猜想是否合理。繼續前進研究六的實驗吧！

【研究六】延續研究五，改用鋼珠取代砝碼作為負重物

一、方法

因所使用的砝碼大小重量不一，可能因重量集中壓在紙網的某一點，而造成實驗誤差，因此尋求另一解決方案，使用大小重量相同的鋼珠，取代砝碼作為負重物，並與研究五做比較。



二、紀錄

負重大於一公斤的，不再測試。

表九、使用固定架，利用鋼珠所測得的負載重量（單位：克）

種類\次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
撈魚紙	502	498	506	504	504	506	498	504	502	504	502.8
四季紅衛生紙	102	104	102	102	106	102	104	106	102	108	103.8
得意衛生紙	136	138	136	130	132	132	134	128	126	128	132.0
舒潔面紙	214	216	218	210	212	208	208	206	210	210	211.2
餐巾紙	138	136	138	142	134	138	144	140	136	134	138.0
廚房紙巾	602	610	600	608	598	586	602	604	602	606	601.8

三、發現與討論

- (一) 比較研究六與五的數據整理成表十。
- (二) 發現使用鋼珠時，紙張的負重增加一些。
- (三) 實驗過程中，發現小鋼珠易滾動，容易滑落撞擊使紙網破裂，可以使用小湯匙慢慢擺放小鋼珠，避免誤差。
- (四) 由本研究可以看出使用鋼珠所測出的數據較為準確。

表十、負重物使用鋼珠與砝碼比較表（單位：克）

紙張\負重物	鋼珠 A	砝碼 B	差異(A-B)
撈魚紙	502.8	477.2	25.6
四季紅衛生紙	103.8	96.4	7.4
得意衛生紙	132	125.8	6.2
舒潔面紙	211.2	207.2	4.0
餐巾紙	138	133.2	4.8
廚房紙巾	601.8	585.4	16.4



【研究七】紙網加水的負重實驗

一、方法

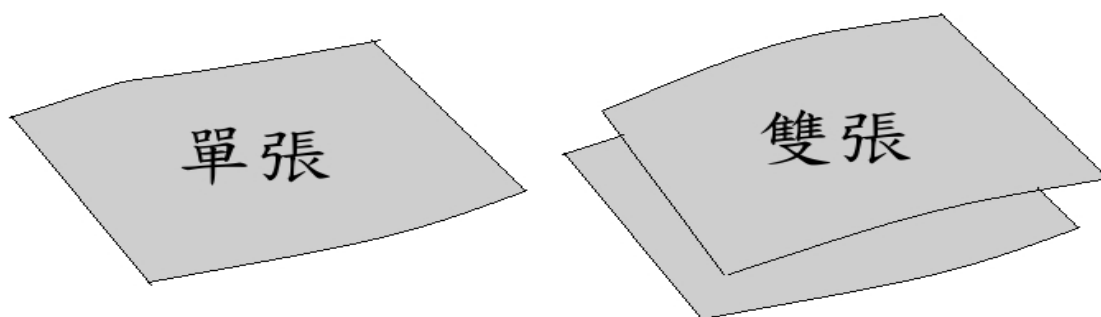
- (一) 將紙張夾在撈魚框裡
- (二) 用滴管量出 1 毫升的水（因 1cc 的水已經足夠讓整個紙網濕透）
- (三) 將水均勻的滴在撈魚紙上。
- (四) 開始置入鋼珠，直到撈魚紙破掉為止。
- (五) 使用電子秤測量鋼珠重量。
- (六) 紀錄並求其平均值，整理成表。
- (七) 將紙張加倍，重複實驗一次。



二、紀錄

表十一、各式紙類單張沾水後，利用鋼珠所測得的負載重量（單位：克）

種類\次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
撈魚紙	10	9	11	10	10	9	10	9	10	11	9.9
得意衛生紙	6	5	7	7	6	8	7	6	8	8	6.8
舒潔面紙	16	15	16	17	14	12	16	15	12	13	14.6
餐巾紙	6	5	7	6	6	6	5	5	6	7	5.9
廚房紙巾	68	68	67	69	72	78	68	74	76	70	71
宣紙(機械製)	45	48	47	46	48	44	45	43	47	48	46.1
宣紙(手工製)	50	52	54	50	50	52	54	56	48	48	51.4
毛邊紙(竹漿)	30	32	34	32	34	32	30	30	32	33	31.9
毛邊紙(木漿)	15	14	15	16	15	15	15	14	16	12	14.7
棉紙	>1000 公克，都還不會破裂										



做完單張紙後，將所有的塑膠框及鋼珠擦乾淨，接著測量兩張紙的負重。

表十二、使用兩張紙沾水後，利用鋼珠所測得的負載重量（單位：克）

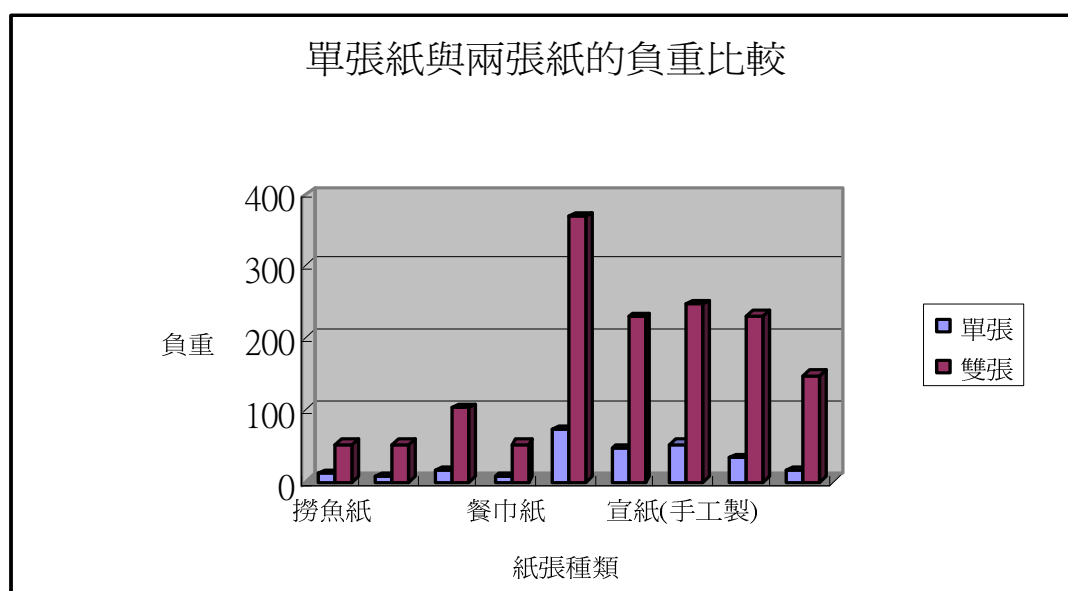
種類\次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
撈魚紙	56	59	52	48	50	54	51	52	50	48	52
得意衛生紙	55	52	57	50	46	48	52	56	51	54	52.1
舒潔面紙	104	105	106	107	104	98	103	108	100	98	103.3
餐巾紙	56	52	54	56	54	50	50	52	49	51	52.4
廚房紙巾	380	350	360	364	372	380	374	374	364	370	368.8
宣紙(機械製)	220	200	210	212	246	244	244	246	230	242	229.4
宣紙(手工製)	280	252	254	250	215	230	241	246	244	248	246
毛邊紙(竹漿)	230	222	224	223	234	228	230	230	232	248	230.1
毛邊紙(木漿)	150	142	152	156	135	145	151	148	146	152	147.7
棉紙	>1000 公克，都還不會破裂										

三、發現與討論

- (一) 紙張沾水後，顯得更脆弱，只能載重較少的鋼珠。
- (二) 棉紙的載重程度很好，能承受一公斤以上的負重。
- (三) 比較單張與雙張紙的負重情形，如表十三。
- (四) 從表十三可看出，雙張木漿毛邊紙的負載重量是單張的將近十倍，顯然團結力量大，難怪夜市的撈魚老闆會分兩種價錢賣單張與雙張的漁網（單張 10 元，雙張 30 元左右）。
- (五) 雙張撈魚紙的負重約是單張的五倍，若是價錢只差 3 倍的話，應該是很合算的耶！

表十三、單、雙紙張比較表（單位：克）

種類\張數	單張	雙張	雙/單	附註
撈魚紙	9.9	52	5.25	(一) 水是直接選用學校的自來水。 (二) 每次都是用滴管吸取 1 毫升的水。 (三) 廚房紙巾與撈魚紙等，雙張負載是單張的將近五倍。
得意衛生紙	6.8	52.1	7.66	
舒潔面紙	14.6	103.3	7.08	
餐巾紙	5.9	52.4	8.88	
廚房紙巾	71	368.8	5.19	
宣紙(機械製)	46.1	229.4	4.98	
宣紙(手工製)	51.4	246	4.79	
毛邊紙(竹漿)	31.9	230.1	7.21	
毛邊紙(木漿)	14.7	147.7	10.05	



圖七、單張紙與雙張紙負重情形比較圖

【研究八】靜水中撈假魚的實驗量測



一、方法

- (一) 將塑膠魚缸裝水，水深固定為 12 公分。
- (二) 將重量相同的假魚數隻放入水池中。
- (三) 用各式不同紙網在靜水中撈起假魚，以假魚作為負重物。
- (四) 觀察並紀錄不同紙網的負重情形。

二、紀錄

假魚每隻重量 3.5 公克，紙網可分成凹凸兩面，固定採用紙網凹面。

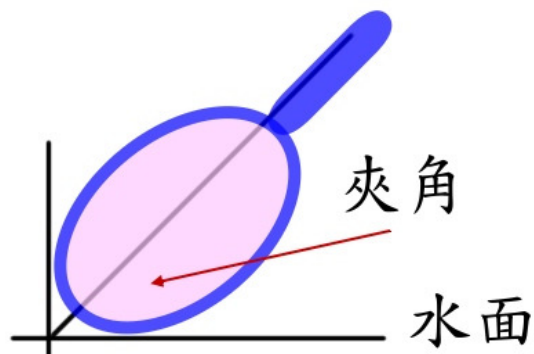
表十四 在靜止的池水中撈假魚實驗統計（單位：隻）

種類\次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
撈魚紙	5	4	7	7	3	8	4	5	4	5	5.2
得意衛生紙	4	3	4	5	4	3	5	6	3	4	4.1
舒潔面紙	8	10	9	8	8	8	9	7	7	8	8.2
餐巾紙	4	5	3	6	6	2	2	4	5	4	4.1
廚房紙巾	25	16	22	23	24	22	21	18	20	22	21.3
宣紙(機械製)	14	14	12	13	15	15	13	12	17	14	13.9
宣紙(手工製)	15	15	15	16	17	13	14	13	15	16	14.9
毛邊紙(竹漿)	12	11	11	10	16	15	14	12	13	12	12.6
毛邊紙(木漿)	8	7	6	8	6	8	10	8	9	8	7.8
棉紙	超過 60 隻										

三、發現與討論

- (一) 因撈魚網框直徑為九公分，為使紙張都能浸到水中，因此設定池水深度固定為 12 公分。
- (二) 實驗過程中，發現紙網平面與池水面的角度，會影響到紙網破損的速度。(圖八)
- (三) 過程中也發現，當紙網要離開水面時，將紙網稍稍豎直，將水排出，紙面所遇到水的重量越少，就比較不會破裂。
- (四) 撈魚數量最多的是棉紙，次為廚房紙巾，最差的是得意衛生紙。
- (五) 以上的數據是由同一人所量得，盡量保持相同的條件下所完成。

(六) 在實驗中有一種衛生紙，是唯一常常掛零的，那就是超柔衛生紙，果然是超柔軟，一遇到水就破了。



圖八、紙網與水面夾角圖

【研究九】加上水流後撈假魚的實驗量測

一、方法

在池水中，加上幫浦打氣，製造水流，模擬假魚游動時以及實際夜市撈魚水池的環境，重複研究八實驗，觀察水流的衝力是否會對紙網負重有所影響。



二、紀錄

表十五、在流動的池水中撈假魚實驗統計（單位：隻）

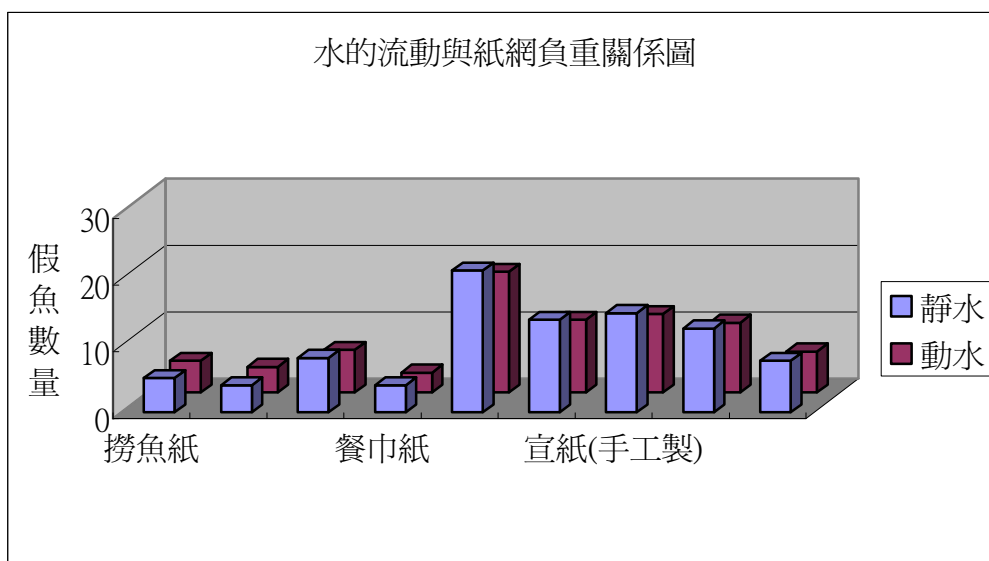
種類\次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
撈魚紙	4	5	5	7	4	4	3	5	7	8	5.2
得意衛生紙	3	3	4	5	4	3	3	5	5	4	3.9
舒潔面紙	7	7	5	4	7	6	8	8	4	8	6.4
餐巾紙	3	3	2	2	2	4	5	3	4	2	3
廚房紙巾	19	13	15	18	21	22	21	15	18	19	18.1
宣紙(機械製)	12	12	13	12	11	10	10	9	8	12	10.9
宣紙(手工製)	13	12	12	11	10	11	11	14	12	12	11.8
毛邊紙(竹漿)	12	11	10	11	10	11	11	12	9	8	10.5
毛邊紙(木漿)	7	6	5	6	4	8	6	7	6	7	6.2
棉紙	超過 60 隻										

三、發現與討論

- (一) 比較表十四與表十五中所得結果，列在表十六中。
- (二) 發現平均而言在動水中，即有幫浦的狀態之下，所撈到的魚數量會減少，推論可能是幫浦製造出氣泡及造成水流的緣故，使的紙網更容易破裂。
- (三) 若是紙網離幫浦遠一些，其撈魚效果應與在靜水中類似。
- (四) 撈魚時應該要盡量選擇接近水面的魚，一方面紙網沾水的面積小，另一原因是，在【自然課本四上第二單元 池水的深淺看的準嗎？】這個單元中曾提到水中的物體會因光線的折射而產生位置錯覺的情況。因此越深的魚，看錯位置的機率越高，越容易失誤。

表十六、靜水與動水負重比較（單位：隻）

紙張\環境	靜水 A	動水 B	差異(A-B)
撈魚紙	5.2	4.8	0.4
得意衛生紙	4.1	3.9	0.2
舒潔面紙	8.2	6.4	1.8
餐巾紙	4.1	3	1.1
廚房紙巾	21.3	18.1	3.2
宣紙(機械製)	13.9	10.9	3.0
宣紙(手工製)	14.9	11.8	3.1
毛邊紙(竹漿)	12.6	10.5	2.1
毛邊紙(木漿)	7.8	6.2	1.6



圖九、靜水與動水比較圖

【研究十】不同的液體滴入各式紙張的負重實驗

一、方法

以不同的液體取代水，重複研究七的實驗，觀察並紀錄不同液體對撈魚紙網的影響，我們討論了幾種常見的液體，如舒跑、紅茶、漱口水、汽水、糖水、醬油、沙拉油、葵花油、汽油等等，經分類，我們從水類當中選出一種「糖水」，油類的選出一種「葵花油」。所加的量均是 1 毫升。

二、紀錄

(一) 糖水

表十七、各式紙類單張沾糖水後，利用鋼珠所測得的負載重量（單位：克）

種類\次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
撈魚紙	9	8	10	11	9	10	9	10	8	11	9.5
得意衛生紙	5	6	6	6	7	7	8	6	7	8	6.6
舒潔面紙	15	14	15	16	15	13	15	14	13	12	14.2
餐巾紙	6	6	5	6	7	6	5	6	6	5	5.8
廚房紙巾	65	65	68	65	70	74	74	76	78	72	70.7
宣紙(機械製)	44	46	45	44	46	46	46	44	43	45	44.9
宣紙(手工製)	48	46	48	51	52	48	46	52	54	52	49.7
毛邊紙(竹漿)	31	30	32	31	32	31	32	32	32	31	31.4
毛邊紙(木漿)	15	14	13	14	14	16	15	14	14	13	14.2
棉紙	>1000 公克，都還不會破裂										

(二) 葵花油

表十八、各式紙類單張沾葵花油後，利用鋼珠所測得的負載重量（單位：克）

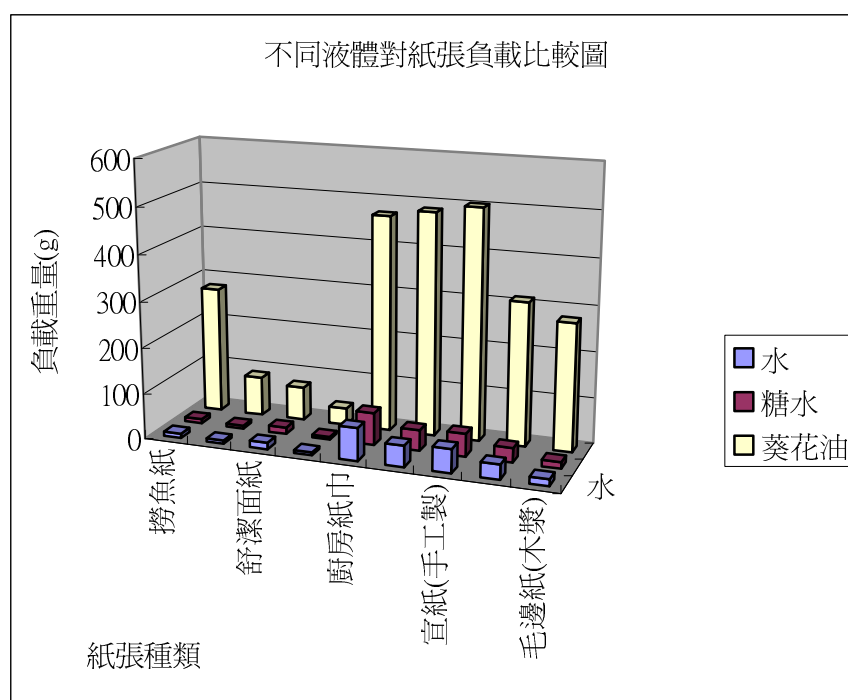
種類\次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
撈魚紙	286	256	260	265	270	280	286	288	292	288	277.1
得意衛生紙	86	84	84	86	86	88	82	86	88	82	85.2
舒潔面紙	76	75	76	72	74	72	78	72	68	69	73.2
餐巾紙	36	35	37	36	36	40	42	40	36	34	37.2
廚房紙巾	520	450	462	486	472	480	468	476	470	410	469.4
宣紙(機械製)	464	488	478	496	486	494	485	493	478	486	484.8
宣紙(手工製)	510	502	504	504	506	502	504	506	488	496	502.2
毛邊紙(竹漿)	315	320	314	312	304	316	310	310	312	308	312.1
毛邊紙(木漿)	280	288	276	268	284	278	282	274	268	274	277.2
棉紙	>1000 公克，都還不會破裂										

三、發現與討論

(一) 將水、糖水與葵花油等三個實驗的平均值整理如下表。

表十九、比較三種液體所測得的負載重量（單位：克）

紙張\液體	水	糖水	葵花油	附 註
撈魚紙	9.9	9.5	277.1	(一)水是直接選用學校的自來水。
得意衛生紙	6.8	6.6	85.2	
舒潔面紙	14.6	14.2	73.2	(二)糖水的來源是將糖加入自來水中，攪拌使其均勻溶解在水中。
餐巾紙	5.9	5.8	37.2	
廚房紙巾	71	70.7	469.4	(三)葵花油為家中所使用的統一葵花油。
宣紙(機械製)	46.1	44.9	484.8	
宣紙(手工製)	51.4	49.7	502.2	(四)每次實驗均取 1 毫升。
毛邊紙(竹漿)	31.9	31.4	312.1	
毛邊紙(木漿)	14.7	14.2	277.2	



圖十、三種液體對紙張負載比較圖

- (二) 由實驗中發現棉紙不管加入何種液體，都能負重超過 1000 公克以上，假如夜市的撈魚老闆使用棉紙的話，肯定會賠錢，客人則可以玩得不亦樂乎。
- (三) 水與糖水對紙張的影響似乎差不多，可見主要是水在影響紙張的負重程度。
- (四) 葵花油與水比較起來，顯然差異很大，可以高達三十倍以上。
- (五) 根據實驗觀察，這些差異很大的紙張（如撈魚紙），其共同特性是紙張本身較不吸油。

- (六) 生活應用方面，當寫作業時，書桌桌面不要放任何液體，因為若是紙張沾到液體，書寫時容易破，這樣功課就無法完成了。



伍、研究成果

- 一、研究一：經由成員的調查與分類整理，得知「紙」的由來及「紙」的過往與現況。
 - (一) 紙與我們日常生活息息相關，與現代文明更是密不可分。
 - (二) 家庭裡常用到的紙張其原料與特性都不相同。
 - (三) 以前常常被宣紙、毛邊紙及棉紙搞混，現在可清楚的分辨。
- 二、研究二：蒐集紙張實體，觀察並認識各式紙張
 - (一) 雖然廠牌不同，但是相同種類的紙（如餐巾紙），特性與成分接近。
 - (二) 大多數面紙及衛生紙是一抽雙層紙，但有些加油站面紙卻是單層，雙層效果較佳。
 - (三) 衛生紙及面紙上面均有許多花紋突起，除美觀也能增加接觸面積。
- 三、研究三：訪談撈魚業者
 - (一)「江湖一點訣竅」，撈魚也需技巧。
 - (二) 從研究二中查到撈魚紙類似機械宣紙，實際觀察後發現有點像薄的毛邊紙。
 - (三) 撈魚達人三要素：紙網、魚的種類、撈魚技術。
 - (四) 認識常見的觀賞魚及熱帶魚。
- 四、研究四：初步紙網負重實驗
 - (一) 知道利用砝碼來作為測試紙張的負重物。
 - (二) 學會如何求出一個圓的圓心，以及求出撈魚網的面積。
 - (三) 在一定重量下，明白所實驗紙張的負重程度大小，其中以衛生紙最差。
 - (四) 書法或國畫常用的宣紙、棉紙、毛邊紙等價位較高的紙，負重程度很好。
 - (五) 量測時會因手的震動或搖晃而造成實驗誤差，應該盡量避免。
- 五、研究五：使用固定架的紙網負重實驗
 - (一) 瞭解三點就可以決定一個平面，利用此原理設計固定架。
 - (二) 由實驗數據證明使用固定架可以減少誤差。
 - (三) 由紙網晃動，聯想到風力也可能影響實驗結果，因此密閉環境可減少誤差。
- 六、研究六：鋼珠取代砝碼的負重實驗
 - (一) 因觀察到大砝碼重量集中於底部，造成砝碼底部的紙張較易破裂。
 - (二) 小鋼珠重量可以平均分佈於紙網上，實驗證明使用鋼珠的紙網負載較多。

七、研究七：紙網加水的負重實驗

- (一) 紙張沾水後，其負重程度大幅減少。
- (二) 團結力量大，紙網雙張的負重程度是單張的兩倍以上。

八、研究八：靜水中撈假魚實驗

- (一) 從實驗數據得知，除了棉紙之外，使用廚房紙巾撈魚的效果最好。
- (二) 從研究一中資料得知棉紙的強韌度非常好，可由本實驗加以印證。
- (三) 衛生紙撈魚的效果最差，與在乾紙中的實驗相同（研究四），前後吻合。

九、研究九：動水中撈假魚實驗

- (一) 由實驗數據可知動水因水流及氣泡的因素，會加速紙網破裂。
- (二) 若是去掉或避免水流及氣泡的因素，紙網就可以多撈幾條魚。

十、研究十：不同液體對紙張負重的影響

- (一) 糖水與水的負重效果差不多，可見水是影響紙張負重程度的主因。
- (二) 由實驗數據可看出紙張沾油與沾水，其負重程度的差異很大。

十一、綜合歸納與分析

- (一) 根據實驗數據顯示，對老闆而言適合使用於撈魚的圓形撈具上的紙張有「撈魚紙」、「衛生紙」、「面紙」、「餐巾紙」、「木漿毛邊紙」等，其中衛生紙最容易破，對於技術不好的顧客，使用這些紙張，可能會撈不到魚。
- (二) 雙張紙網與單張紙網做比較，若價差不大的話，選用雙張紙網的「魚獲量」會比較划算，而且時間也可以玩的更久。
- (三) 魚的種類宜選擇體型嬌小，活動力不大活潑，游速不快，且靠近水面呼吸的魚（一方面紙接觸到水的面積小，另外也可避開光線折射的影響）。
- (四) 紙張在吸水之後，本身變重了，如一張撈魚紙在吸飽水後，量測重量，約增加 1 到 2 克，然後就會軟掉，因此身手要快，看準了魚，要快速把魚撈入小臉盆中。
- (五) 流動的水會對紙網造成額外的力的作用，避開氣泡與水流，可使紙網更耐用。
- (六) 課本、作業簿、相片、報紙等等都是紙做的，本實驗告訴我們若要好好保存它們，必需避免接觸到水或其他液體。

陸、討論

一、爲什麼紙張沾到水之後會變的脆弱？

經大家討論觀察與蒐集相關資訊，整理如下：

- (一) 從製造過程中，紙是由紙漿風乾而製成的，其成分主要是植物的纖維，因此遇到水，容易還原成原先紙漿狀態。而紙漿是非常脆弱的。
- (二) 紙中的纖維之間有許多小細縫，形成毛細現象，當遇到水時，水與纖維間的附著力大於水分子間的內聚力，因此紙張很容易吸水。【南一書局第二冊第三單元 水和我們生活環境】

(三) 紙的成分植物纖維當中含有許多氫鍵，然而水也有氫鍵，因此跟纖維產生結合力，破壞原本紙內的氫鍵，造成紙變脆弱。

二、撈魚達人養成秘訣：

(一) 紙網：

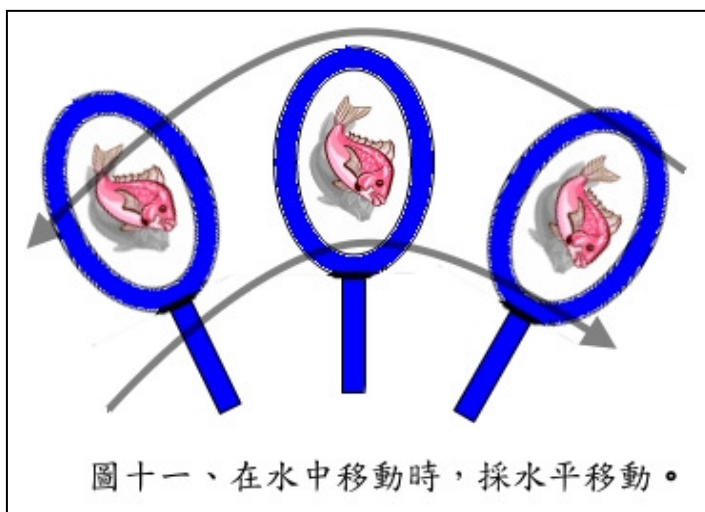
1. 紙面平滑完整。
2. 紙面透光無裂痕。
3. 紙張與撈魚架確實密合。
4. 雙層紙張較佳。

(二) 選魚：

1. 體型嬌小。
2. 活動力不宜太活潑。
3. 魚的游速不可太快
4. 選靠近池邊且浮在水面的魚。

(三) 撈魚技巧

1. 使用撈網的凹面。(見圖五)
2. 撈網出水與入水時，務必與水面成 45 度角以上切入，受水衝力較小。
3. 撈網在水面下移動時，網面要與水面平行。(圖十一)
4. 撈到魚時，需先將魚移到水池邊緣，利用撈架勾起，減少網面承受的力，也可將水瀝乾，避免紙網破裂。可將魚趕到角落再撈。



三、紙沾到油為何會變半透明，沾到水卻不會？

(一) 基本上會透光的原理都是光線可從水或油中透射過來。

(二) 紙纖維在水中較易被水分子吸引而分散，在油中纖維不易散開，所以浸油較透明。

柒、結論

從本研究中，我們瞭解了紙的來源(根據范曄後漢書的記載，蔡倫是造紙技術的發明人)，紙的用途及製造方式；更進一步認識水中生物，與如何去測量力的大小，紙的負重；知道紙張為何會吸水，遇水後紙張變脆弱的原因，也明白要愛惜書籍等紙製品，避免沾到液體；當然也要更珍惜紙的資源，盡量利用再生紙，建立環境倫理與萬物共生的觀念，以求世代永續利用。目前政府提出了響應環保，禁用塑膠袋的新措施，「如何設計一個結合環保與創意的超耐用手提紙袋」，是我們預備再做進一步研究的目標。

捌、參考資料及其他

紙張百貨屋 Paper General Merchandise <http://www.pulp.idv.tw/index.asp>

紙博士資訊網 <http://www.pepe.cn/pepe01.asp>

評 語

080832 水姑娘「紙來紙網」

從小朋友喜歡的夜市小遊戲- “撈金魚”，引起同學探索「撈金魚」的妙招。在紙網、魚種、技巧方面都有深度的研究。真是撈魚達人。建議撈魚之後，魚的照顧要認真面對。