

金門地區第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(二) (環保與民生)

組 別：國中組

作品名稱：探索衛生紙的奧秘

關 鍵 詞：衛生紙、纖維、溶解

編 號：

探索衛生紙的奧秘

摘要：

本研究利用一些簡易材料，設計實驗探討各種衛生紙的拉力大小、抗裂強度、吸水性、吸水量、對水溶解度、在不同溶液溶解量、表面光滑程度等因素。

經由研究發現：纖維短的衛生紙，拉力及抗裂強度小，容易斷裂，對水溶解量大，在水中容易分解，是屬於較優質的衛生紙，生活中最常見的，有平版衛生紙、抽取式衛生紙、捲筒式衛生紙；面紙屬於纖維長的，拉力及抗裂強度大，不容易斷裂，對水溶解量小，在水中不容易分解，並非衛生紙類，我們設計實驗時為了跟各種衛生紙比較，特別也選取一種抽取式面紙進行研究。

吸水性最佳的衛生紙是平版衛生紙，水中溶解量最佳的是抽取式衛生紙和平版衛生紙，這兩類纖維都是短纖維，沖入馬桶中會分解，符合環保要求，不會產生廁所垃圾問題。各種衛生紙的表面光滑程度並不相同，捲筒式衛生紙纖維最粗糙，面紙纖維最平滑。優質的衛生紙要具備：吸水性好、組織纖維短、抗裂性及拉力小、在水中易分解，平版衛生紙最佳，抽取式衛生紙次之。

壹、研究動機：

衛生紙是生活中的必需品，有抽取式、平版式、捲筒式，各式各樣，各種衛生紙表面紋路、圓點顆粒大小、纖維堆疊方式、在水中溶解度等明顯不同，到底可不可以沖入馬桶，讓我們感到很有趣，衛生

紙和面紙又有何不同？我們一方面上網找資料，到圖書館查書刊，並在老師指導下，動手利用周邊簡易材料進行以下研究，希望自己在活動中找到答案。

貳、研究目的：

- (一) 各種衛生紙的拉力大小探討。
- (二) 各種衛生紙的抗裂強度研究。
- (三) 各種衛生紙的吸水性研究。
- (四) 各種衛生紙吸水量的探討。
- (五) 各種衛生紙對水溶解度的研究。
- (六) 各種衛生紙在不同溶液溶解量的探討。
- (七) 各種衛生紙表面光滑程度探討。

參、研究設備器材：

衛生紙、面紙、紙杯、夾子、彈簧秤、直尺、鐵架、電子天平、燒杯、玻璃棒、塑膠盆、量筒、篩網、加熱器



肆、研究過程與結果：

我們以住家附近大賣場，選取不同品牌的衛生紙進行測試，其中含抽取式衛生紙3種、平版衛生紙3種、捲筒式衛生紙1種、面紙1種為研究樣紙，分別編號為1至8號，進行以下研究。

過程一：各種衛生紙的拉力大小探討

步驟：

1. 將待測試衛生紙或面紙剪裁為寬相同、長相同等面積大小。



2. 將紙張一端用夾子固定在支架上，另一端用夾子夾住掛上彈簧秤。
3. 將彈簧秤逐漸施力下拉，測量紙張斷裂時的拉力大小。
4. 分別以樣紙 1 至 8 號重覆步驟。
5. 紀錄並分析其結果。

結果與分析：

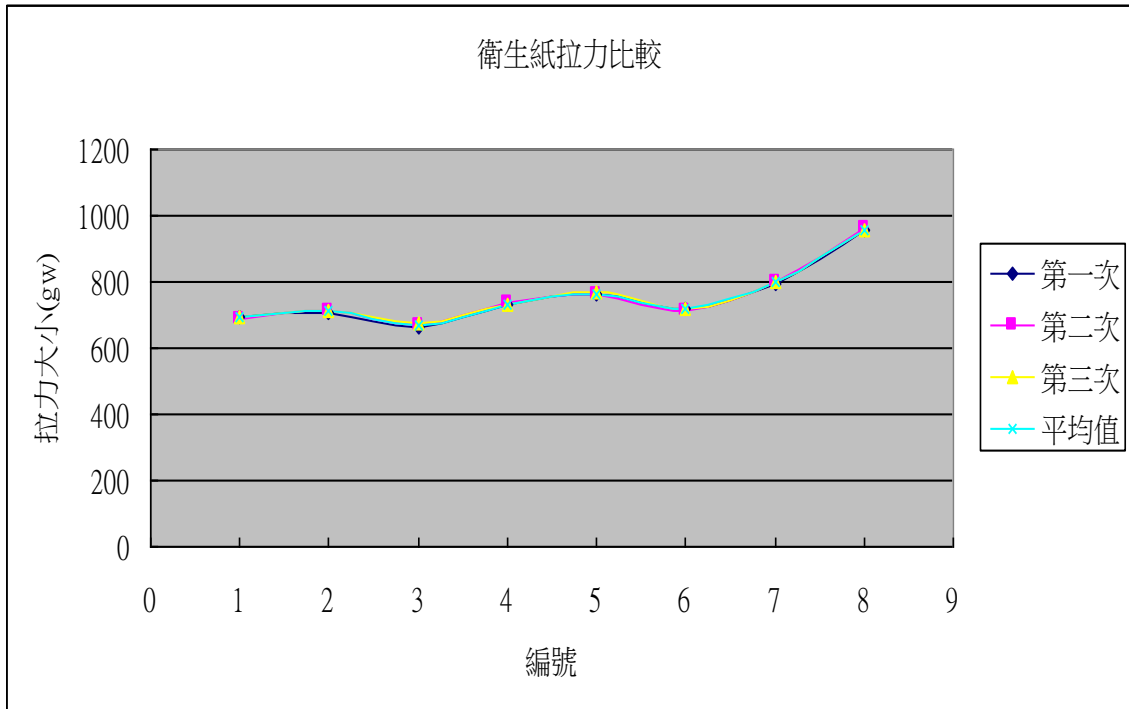
1. 研究結果如下表所示(拉力單位：公克重)

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
種類	抽取式 衛生紙	抽取式 衛生紙	抽取式 衛生紙	平版式 衛生紙	平版式 衛生紙	平版式 衛生紙	捲筒式 衛生紙	抽取式 面紙
第一次	695	708	663	733	765	717	795	958
第二次	687	713	667	738	761	713	801	961
第三次	692	711	672	731	768	718	797	956
平均值	691.3	710.7	667.3	734	764.7	716	797.6	958.3

2. 由表得知，面紙所能承受的拉力最大；捲筒式衛生紙所能承受的拉力次之；平版式衛生紙所能承受的拉力較小；抽取式衛生紙所能承受的

拉力最小。

3. 我們將上表作圖，以樣紙編號為橫座標，拉力大小為縱座標，得到以下圖形：

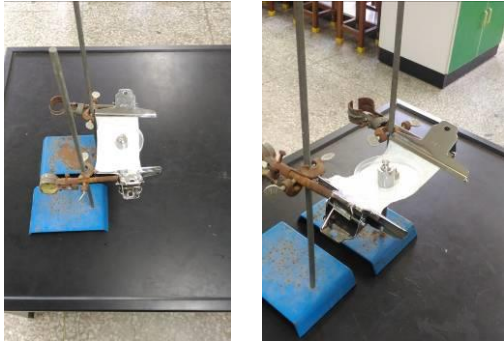


4. 拉力是紙張被拉斷時所需之力，也就是紙張耐拉斷的強度，和紙張纖維長度、紙張纖維結合交織方式、紙張表面紋路有關，纖維間的結合力量越大，越不容易被拉斷。由圖得知，面紙所能承受拉力比衛生紙大很多，因為衛生紙大部分是短纖維，而面紙是長纖維，且纖維交織比較緊密。衛生紙當中捲筒式表面紋路及圓形壓點較密集，拉力比平版式衛生紙及抽取式衛生紙大。

過程二：各種衛生紙的抗裂強度研究

步驟：

1. 將待測試衛生紙或面紙剪裁為寬相同、長相同等面積大小。



2. 將紙張兩端用夾子水平固定在支架上。
3. 將一薄塑膠容器置放紙上，逐漸加入砝碼，測量紙張斷裂時的砝碼重量大小。
4. 分別以樣紙 1 至 8 號重覆步驟。
5. 紀錄並分析其結果。

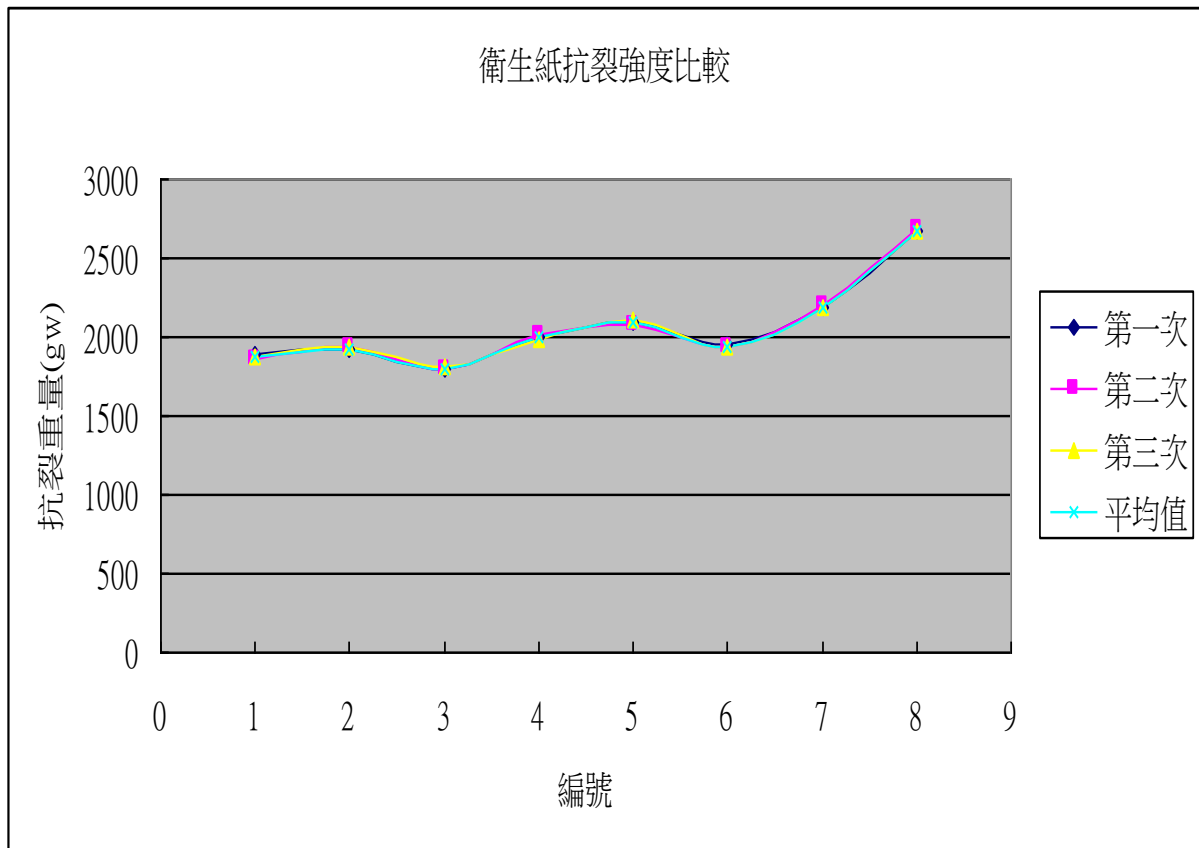
結果與分析：

1. 研究結果如下表所示(單位：公克重)

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
種類	抽取式衛生紙	抽取式衛生紙	抽取式衛生紙	平版式衛生紙	平版式衛生紙	平版式衛生紙	捲筒式衛生紙	抽取式面紙
第一次	1885	1915	1790	1995	2095	1950	2185	2675
第二次	1860	1940	1800	2015	2080	1935	2200	2680
第三次	1875	1930	1815	1985	2105	1945	2190	2665
平均值	1873	1928	1801	1998	2093	1943	2191	2673

2. 由表得知，面紙所能承受的抗裂重量最大；捲筒式衛生紙所能承受的抗裂重量次之；平版式衛生紙所能承受的抗裂重量較小；抽取式衛生紙所能承受的抗裂重量最小。
3. 我們將上表作圖，以樣紙編號為橫座標，抗裂重量為縱座標，得到以

下圖形：



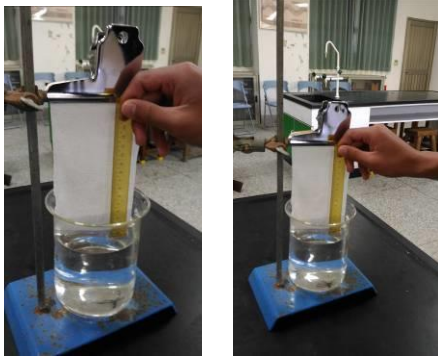
4. 抗裂強度是紙張纖維組織在一定面積下，所能承受垂直力量的最大值，和纖維間的鍵結有密切關係，也和紙張單位面積上的疏密程度有關，由上圖得知，面紙所能承受抗裂強度比衛生紙大很多，因為面紙纖維較長，在製造時纖維交織比較緊密。衛生紙當中捲筒式表面紋路及圓形壓點較密集，抗裂強度比平版式衛生紙及抽取式衛生紙大。

過程三：各種衛生紙的吸水性研究

步驟：

1. 將待測試衛生紙或面紙剪裁為相同寬度的長條狀。
2. 將待測試紙張上端固定，底部放入裝水燒杯中。

3. 分別在第一分鐘時測量吸水高度。



4. 以樣紙 1 至 8 號重覆步驟。

5. 紀錄並分析其結果。

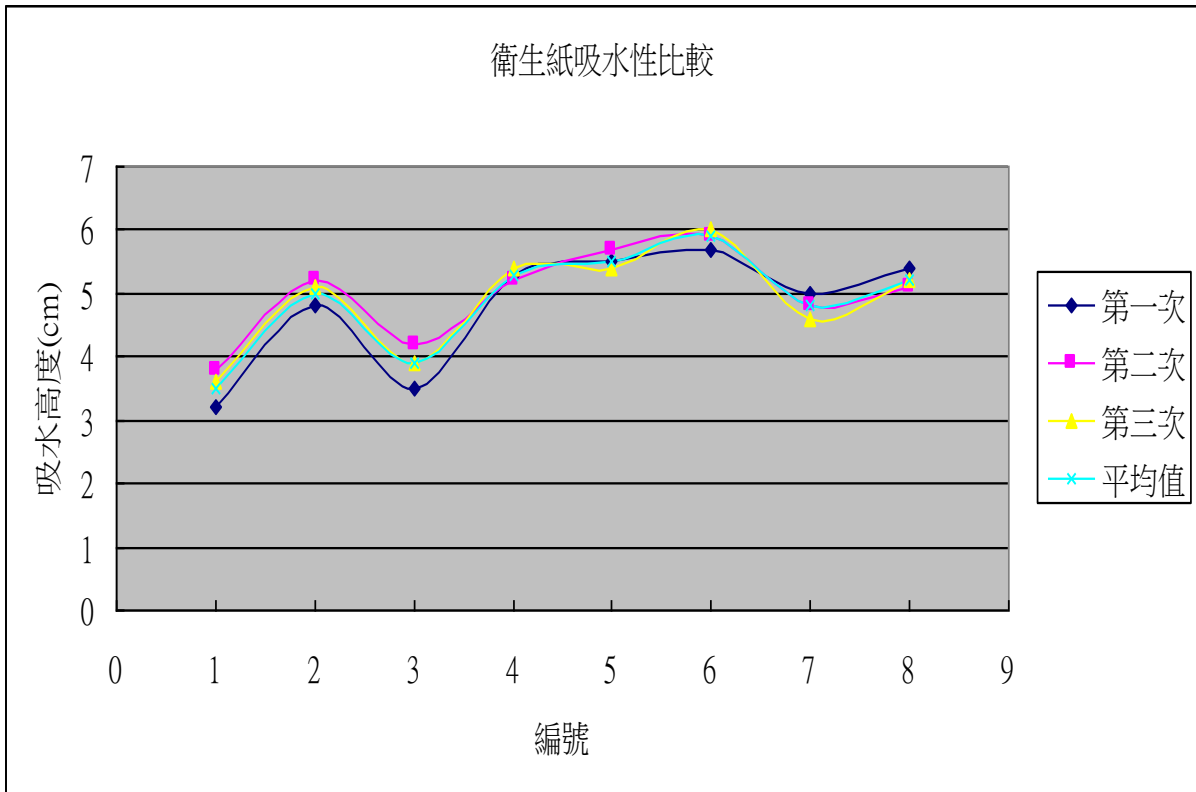
結果與分析：

1. 研究結果如下表所示(水面高度單位：公分)

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
種類	抽取式 衛生紙	抽取式 衛生紙	抽取式 衛生紙	平版式 衛生紙	平版式 衛生紙	平版式 衛生紙	捲筒式 衛生紙	抽取式 面紙
第一次	3.2	4.8	3.5	5.3	5.5	5.7	5.0	5.4
第二次	3.8	5.2	4.2	5.2	5.7	5.9	4.8	5.1
第三次	3.6	5.1	3.9	5.4	5.4	6.0	4.6	5.2
平均值	3.5	5.0	3.9	5.3	5.5	5.9	4.8	5.2

2. 由表得知，不同廠牌衛生紙的吸水性並不相同，平版衛生紙吸水高度最高，面紙次之，1 號抽取式衛生紙最低，這可能和纖維成分及組成密度有關。

3. 我們將上表作圖，以樣紙編號為橫座標，吸水高度為縱座標，得到以下圖形：

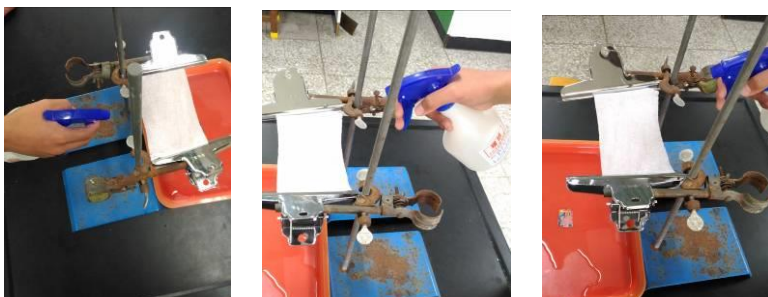


4. 由上圖得知，吸水性最佳的衛生紙是編號 6 號的平版衛生紙，其次是編號 5 號的平版衛生紙，吸水性最差的衛生紙是編號 1 號的抽取式衛生紙和編號 3 號的抽取式衛生紙，通常，衛生紙在第一分鐘吸水高度超過 2 公分即合於標準，我們檢驗所用的都合於標準。

過程四：各種衛生紙吸水量的探討

步驟：

1. 將待測試衛生紙或面紙剪裁為寬相同、長相同等面積大小。



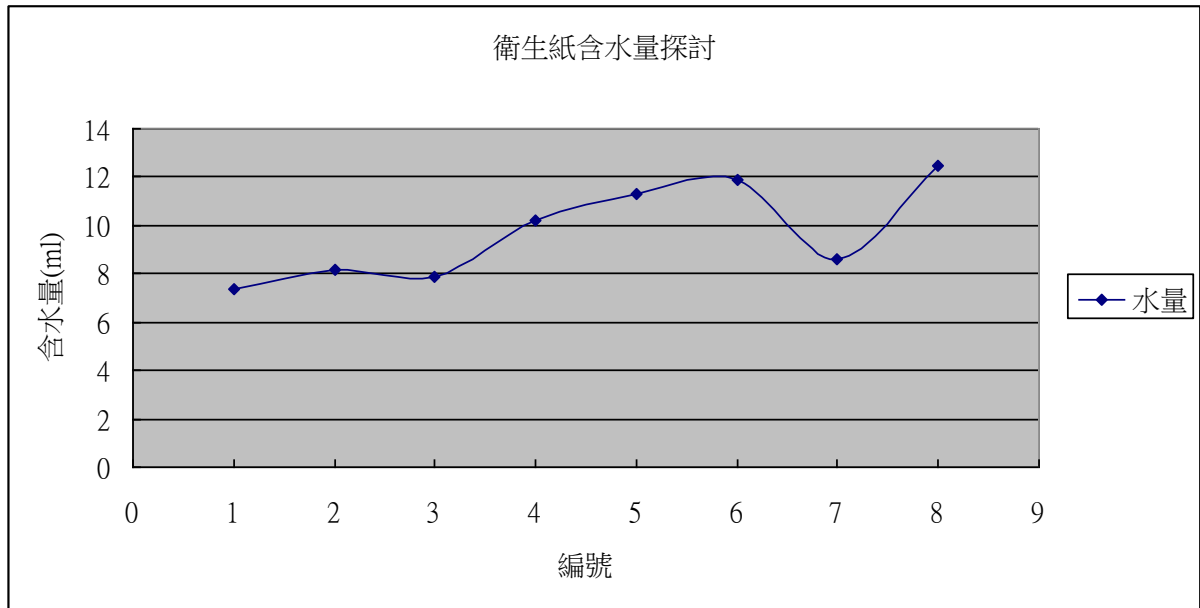
2. 將紙張兩端用夾子水平固定在支架上。
3. 將噴霧器裝水，逐漸在紙張上噴灑，測量紙張潮濕斷裂時噴灑的水量。
4. 分別以樣紙 1 至 8 號重覆步驟。
5. 紀錄並分析其結果。

結果與分析：

1. 結果如下表所示：(水量單位：毫升)

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
種類	抽取式 衛生紙	抽取式 衛生紙	抽取式 衛生紙	平版式 衛生紙	平版式 衛生紙	平版式 衛生紙	捲筒式 衛生紙	抽取式 面紙
水量	7.4	8.2	7.9	10.2	11.3	11.9	8.6	12.5

2. 由表中得知，各種衛生紙或面紙加水潮濕斷裂時，面紙含水量最多，平版式衛生紙含水量次之，捲筒式衛生紙含水量更少，抽取式衛生紙含水量最少。
3. 將上表作圖如下：

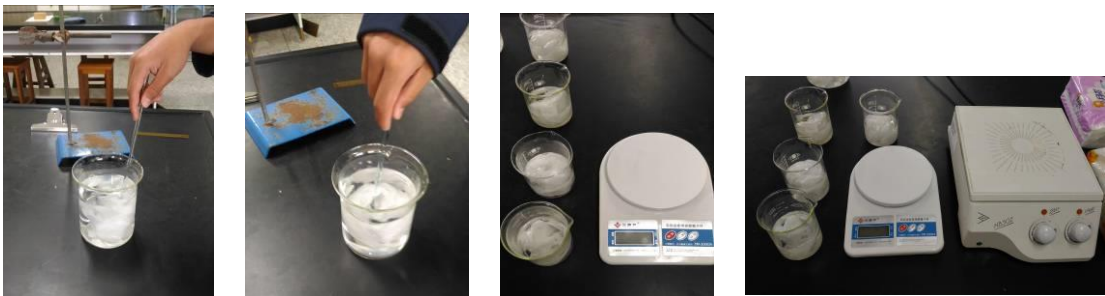


4.由圖中看出，含水量最多的是編號8號面紙；其次是編號6號、5號、4號平版衛生紙，以上4種含水量均超過10ml；含水量最少的是編號1號抽取式衛生紙。平時一般人在洗手時，手上沾濕的水量均小於圖中8種樣紙含水量，因此，擦手時衛生紙或面紙並不會破掉。

過程五：各種衛生紙對水溶解度的研究

步驟：

1. 秤取10公克衛生紙。



2. 將衛生紙放進裝水大燒杯中。

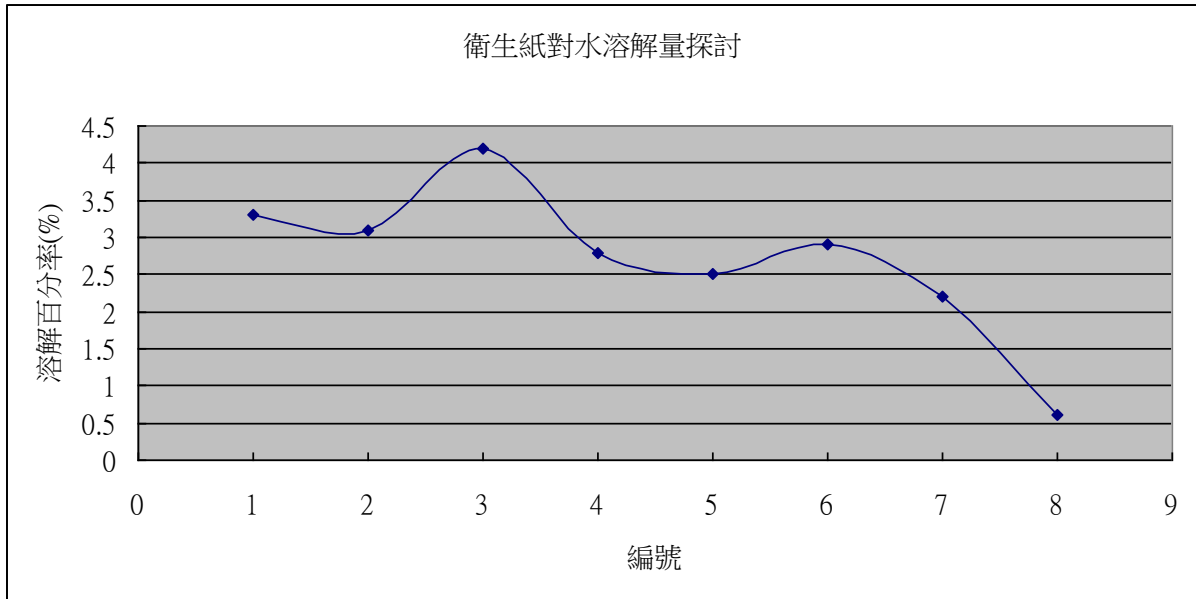
3. 用玻璃棒將衛生紙充分攪拌。
4. 將攪拌後液體利用 0.5mm 濾網過濾。
5. 將濾網上衛生紙烘乾秤重。
6. 分別取 1 號至 8 號樣紙測試。
7. 紀錄結果並分析之。

結果與分析：

1. 衛生紙或面紙對水的溶解度以相對百分比表示，結果如下表所示：

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
種類	抽取式衛生紙	抽取式衛生紙	抽取式衛生紙	平版式衛生紙	平版式衛生紙	平版式衛生紙	捲筒式衛生紙	抽取式面紙
原質量 (g)	10	10	10	10	10	10	10	10
溶解後質量 (g)	9.67	9.69	9.58	9.72	9.75	9.71	9.78	9.94
減少質量 (g)	0.33	0.31	0.42	0.28	0.25	0.29	0.22	0.06
溶解百分率 (%)	3.3	3.1	4.2	2.8	2.5	2.9	2.2	0.6

2. 由上表可知，抽取式衛生紙溶解百分率最高，為 3.1%-4.2%，平版式衛生紙溶解百分率次之，為 2.5%-2.9%，捲筒式衛生紙溶解百分率第三，為 2.2%，面紙溶解百分率為 0.6%最低。
3. 我們將上表中樣紙種類對溶解百分率作圖，以樣紙編號為橫座標，溶解百分率為縱座標，得到以下圖形，



4. 由上圖得知，溶解量最佳的是抽取式衛生紙，其次是平版衛生紙，這兩類紙張纖維屬於短纖維，在水中易分解，面紙溶解量最低，因為面紙的纖維是長纖維，製作時又添加濕強劑，在水中不易分解。

過程六：各種衛生紙在不同溶液溶解量的探討

步驟：

1. 將待測試衛生紙或面紙剪裁為寬相同、長相同等面積大小。



2. 將衛生紙放進小燒杯中。

3. 分別用鹽酸、醋酸、酒精、肥皂水加入燒杯中。
4. 觀察紙張溶解情形。
5. 以樣紙 1 至 8 號重覆步驟，紀錄並分析其結果。

結果與分析：

1. 各種溶液對衛生紙或面紙溶解情形並不相同，結果如下表所示：

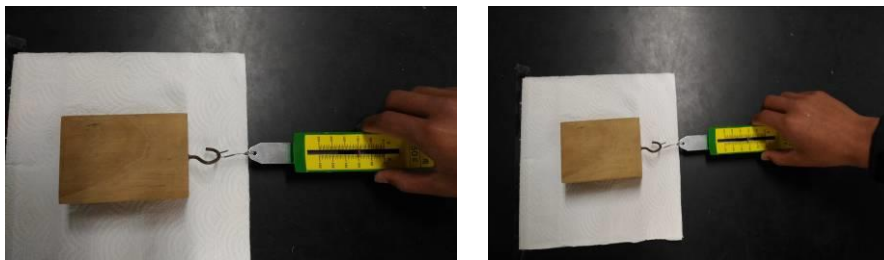
編號	1	2	3	4	5	6	7	8
種類	抽取式 衛生紙	抽取式 衛生紙	抽取式 衛生紙	平版式 衛生紙	平版式 衛生紙	平版式 衛生紙	捲筒式 衛生紙	抽取式 面紙
鹽酸	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化
醋酸	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化
酒精	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化	無明顯 變化
肥皂水	微溶	微溶	微溶	微溶	微溶	微溶	無明顯 變化	無明顯 變化

2. 由表中得知，鹽酸、醋酸、酒精，對抽取式衛生紙、平版衛生紙、捲筒式衛生紙、面紙溶解量並無明顯影響。
3. 肥皂水對抽取式衛生紙及平版衛生紙會有一點點微溶現象，但對捲筒式衛生紙、面紙溶解量並無明顯影響。

過程七：各種衛生紙表面光滑程度探討

步驟：

- 1.將衛生紙固定在桌面上。
- 2.取一塊 50gw 木塊，用掛勾連接彈簧秤。
- 3.將木塊平放衛生紙上。
- 4.測量拉動木塊所需的拉力大小。
- 5.以樣紙 1 至 8 號重覆步驟。
- 6.紀錄結果並分析之。



結果與分析：

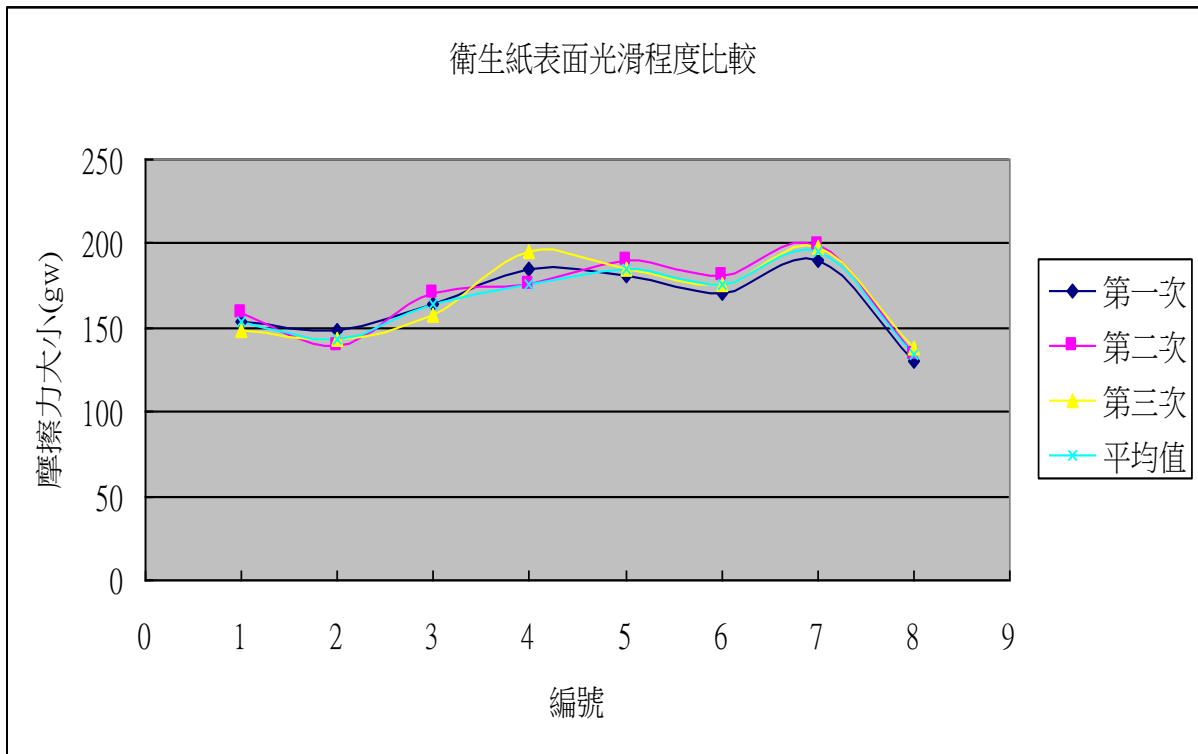
1. 研究結果如下表所示(摩擦力大小：公克重)

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
種類	抽取式衛生紙	抽取式衛生紙	抽取式衛生紙	平版式衛生紙	平版式衛生紙	平版式衛生紙	捲筒式衛生紙	抽取式面紙
第一次	153.2	147.8	163.5	185.3	180.5	170.7	190.0	130.4
第二次	158.8	139.2	170.2	175.2	190.7	180.9	199.8	134.1
第三次	148.6	143.1	157.9	195.4	185.4	176.0	197.6	138.2
平均值	153.5	143.4	163.9	175.3	185.5	175.9	195.8	134.2

2. 由表得知，各種衛生紙的表面光滑程度並不相同，捲筒式衛生紙摩擦力最大，平版衛生紙摩擦力次之，抽取式衛生紙第三，面紙摩擦力最小，這可能和纖維成分及表面組成紋路有關。



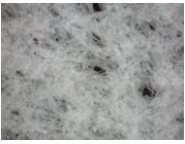

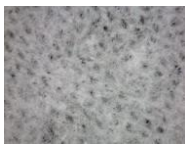


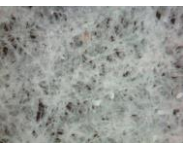
3. 我們將上表作圖，以樣紙編號為橫座標，摩擦力大小為縱座標，得到

以下圖形：



5. 由圖中可明顯看出，編號 8 號面紙和編號 1-3 號抽取式衛生紙表面比較光滑細緻，編號 4-6 號平版衛生紙和編號 7 號捲筒式衛生紙表面比較粗糙。

6. 我們利用手機連結顯微鏡頭將各紙張表面紋路拍照如下

編號	1	2	3	4
種類	抽取式 衛生紙	抽取式 衛生紙	抽取式 衛生紙	平版式 衛生紙
表面 紋路				
編號	5	6	7	8
種類	平版式 衛生紙	平版式 衛生紙	捲筒式 衛生紙	抽取式 面紙
表面 紋路				

我們發現平版衛生紙和捲筒式衛生紙纖維交織密集，而抽取式衛生紙纖維交織比較稀疏，我們推論這可能和表面光滑或粗糙的程度有關。

伍、討論：

1. 在整個研究活動過程中，我們每次只探討一個變因，控制其他變因，來探討影響衛生紙性質的因素，我們分別探討包括：各種衛生紙拉力大小分析、抗裂強度分析、吸水性分析、吸水量分析、對水溶解度分析、在不同溶液溶解量分析、表面光滑程度分析等，此外，我們也分析各變因之間的關係。
2. 在研究過程中，我們知道製作衛生紙的紙漿是以天然纖維為原料，纖維結構屬於親水性，會溶於水中，但是因為紙漿纖維有長纖維也有短纖維，長纖維是指纖維長度在 2.5 mm -6.0mm 之間，短纖維則是指纖維長度在 0.5 mm -2.5mm 之間，一般的衛生紙是用短纖維製造，遇水

容易分解，不會造成馬桶堵塞，可直接丟入馬桶中，但是面紙大都用長纖維製造，不容易分解，不宜沖入馬桶中。

3. 在過程一中，我們發現，拉力是紙張耐拉斷的強度，和紙張纖維長度、紙張纖維結合交織方式、紙張表面紋路有關，纖維間的結合力量越大，越不容易被拉斷。面紙所能承受拉力比衛生紙大很多，因為衛生紙大部分是短纖維，而面紙是長纖維，且纖維交織比較緊密。衛生紙當中捲筒式衛生紙表面紋路較密集，拉力比平版式衛生紙及抽取式衛生紙大。
4. 在過程二中，我們發現，面紙所能承受的抗裂強度最大；捲筒式衛生紙次之；平版式衛生紙第三；抽取式衛生紙所能承受的抗裂強度最小，抗裂強度是紙張纖維組織在一定面積下，所能承受垂直力量的最大值，和纖維間的鍵結有密切關係，纖維交織比較均勻有規律的紙張可將壓力分散，抗裂強度比較大，面紙和捲筒式衛生紙纖維交織比較均勻有規律。
5. 在過程三中，吸水性最佳的衛生紙是平版衛生紙，吸水性最差的衛生紙是抽取式衛生紙，衛生紙吸水性測試是以第一分鐘吸水高度為準，我們發現，決定吸水性的因素包括纖維長度、纖維分佈密度。
6. 由過程四得知，各種衛生紙或面紙加水潮濕斷裂時，面紙含水量最多，平版式衛生紙含水量次之，抽取式衛生紙含水量最少，所以在日常生活中，有時要迅速擦乾水分時，以面紙或平版式衛生紙擦拭效果較佳且不易殘留紙屑。

7. 在過程五中，我們發現，水中溶解量最佳的是抽取式衛生紙和平版衛生紙，這兩類纖維都是短纖維，在水中易分解，尤其經攪拌後衛生紙容易碎裂散佈水中，可直接沖入馬桶，面紙溶解量最低，比較不宜沖入馬桶。
8. 在過程六中，我們發現，肥皂水對抽取式衛生紙及平版衛生紙會有一點點微溶現象，鹽酸、醋酸、酒精，對抽取式衛生紙、平版衛生紙、捲筒式衛生紙、面紙溶解量並無明顯影響。
9. 由過程七得知，各種衛生紙的表面光滑程度並不相同，這可能和纖維成分及表面組成紋路有關，捲筒式衛生紙纖維較平整且組織較緊密，摩擦力最大，平版衛生紙纖維組織短而綿密，摩擦力次之，抽取式衛生紙纖維組織短較鬆散，摩擦力第三，面紙摩擦力最小。
10. 在以上研究中，我們發現，衛生紙的拉力越大、抗裂強度越大，越不容易破裂，對水溶解量越小；衛生紙的拉力越小、抗裂強度越弱，越容易破裂，對水溶解量反而越大。

陸、結論：

1. 由以上之討論與分析得知：纖維短的衛生紙，拉力及抗裂強度小，容易斷裂，對水溶解量大，在水中容易分解，是屬於較優質的衛生紙，生活中最常見的，有平版衛生紙、抽取式衛生紙、捲筒式衛生紙。
2. 面紙屬於纖維長的，拉力及抗裂強度大，不容易斷裂，對水溶解量小，在水中不容易分解，並非衛生紙類，我們設計實驗時為了跟各種衛生紙比較，特別也選取一種抽取式面紙進行研究。

3. 吸水性最佳的衛生紙是平版衛生紙，水中溶解量最佳的是抽取式衛生紙和平版衛生紙，這兩類纖維都是短纖維，沖入馬桶中會分解，符合環保要求，不會產生廁所垃圾問題。
4. 經由研究發現，各種衛生紙的表面光滑程度並不相同，捲筒式衛生紙纖維最粗糙，面紙纖維最平滑。
5. 優質的衛生紙要具備：吸水性好、組織纖維短、抗裂性及拉力小、在水中易分解，平版衛生紙最佳，抽取式衛生紙次之。
6. 在以上活動，我們透過簡易實驗設計探討衛生紙的各種性質，希望能將衛生與環保應用在日常生活中。

柒、參考資料：

- (一) 應用化學木質纖維研究 全美出版社 105 年版
- (二) 生活與環境 小魯出版社 101 年 11 月版
- (三) 科學小常識 瀚湘文化出版社 103 年 2 月出版
- (四) 中華民國中小學科學展覽優勝作品專輯 合訂本