

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 自然科

第三名

最佳(鄉土)教材獎

081522

阿嬤挽面挽出道理來

學校名稱：臺南市東區東光國民小學

作者：	指導老師：
小六 陳威宇	王雅麗
小六 陳怡晴	陳守仁

關鍵詞：挽面 交叉打結 拉力

## 摘要

阿嬤挽面是一件平凡的事，大家都不會去在意。可是這一次我和同學陪阿嬤去挽面，發現了許多問題：奇怪！細細的縫衣棉線怎麼在師傅巧手下，變成一具可以拔毛的科學工具，真是不可思議。棉線怎麼可以拔毛呢？在我們的實作中，發現它是利用棉線的交叉打結，把臉上的細毛夾住，手指再用力些，棉線就會扭轉，把夾在棉線的細毛拔起來。這些都是巧妙的用力，是自然與生活科技中的相關問題。

我們利用簡單的材料，設計、製作實驗台，從操作中我們發現挽面棉線的材質、棉線的粗細、棉線交叉打結的次數；和模擬細毛的線的粗細、材質、固著力以及抹在面上的粉末，都會影響挽面的難易度；更重要的是解決了我們對阿嬤挽面中的各項疑問，不過最開心的是自己也學會挽面的方法。

## 壹、研究動機

過年時阿嬤要去挽面希望我們陪她，我好高興可以看到挽面的過程，也能知道阿嬤挽面的樣子。回家後，我把拍出的照片仔細的觀察，利用棉線模仿師傅挽面的技巧，網球當做臉，球上的細毛當做臉上的毛，試著用棉線再三的練習，最後我真的學會了。我又把挽面的方法改進，研究挽面的原理，設計試驗架，在老師的協助下把架子做好，利用它來做實驗，下面是我們的學習記錄。

## 貳、研究目的

- 一、從陪著阿嬤去挽面，發現了許多相關力的問題；在設計實作中我們想利用簡單的材料，解決阿嬤挽面中的各項疑問，自己也學會挽面的方法。
- 二、挽面是阿嬤常常說的一項美容，其實是怎樣把臉上的細毛拔掉，這是一件台灣鄉土的婦女技能，是充滿著科學的道理，深入研究想知道我們的祖先真的懂得科學的道理與應用嗎？

## 參、研究器材

- 一、實驗架：自製 3 台，經過 3 次的改良，現在還在改進中。
- 二、線的材料：棉線(細)、尼龍線、釣魚線、棉線(粗)、特多龍線、珠光尼龍線、伸縮線。
- 三、簡易的偵測器：燈座、電池座、電線、鋁片迴紋針、電池。
- 四、測量工具：螺帽、上皿天平、紙杯、測角器。
- 五、其他：定滑輪、膠帶、夾子、米達尺、各種粉末。(滑石粉、石膏粉、黃豆粉、陶土粉、麵粉、木屑)

## 肆、研究問題

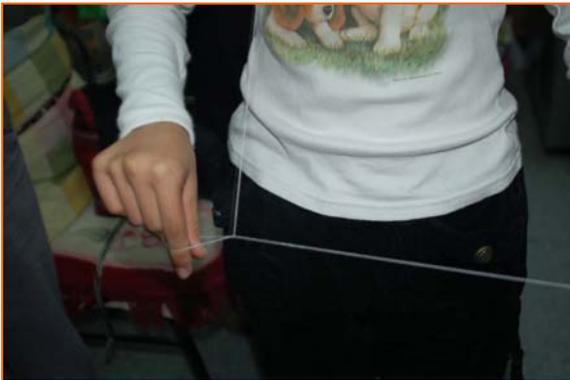
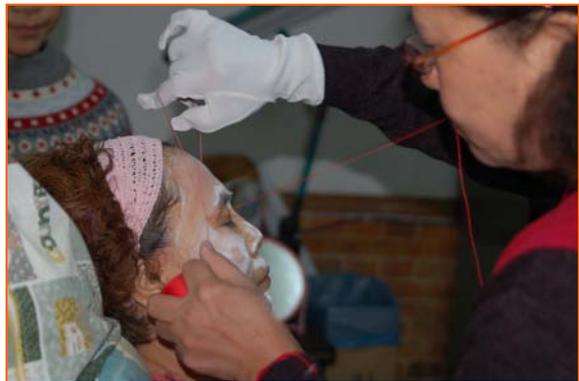
- 一、我看阿嬤在挽面。
- 二、我學會了「挽面」。
- 三、挽面時交叉棉線的次數和棉線的轉動有關係嗎？
- 四、加入不同的粉末是否會影響挽面時所需的角度的。
- 五、棉線交叉打結的次數不同，是否會影響挽面時的角度的？
- 六、線的材質不同是否影響挽面時將毛挽起所需的角度的。
- 七、模擬細毛的拉力不同，會不會影響棉線的拉力。
- 八、模擬挽面時，棉線交叉打結的次數不同時，棉線兩端的拉力會不同嗎？
- 九、模擬細毛的粗細不同，會不會影響挽面的力量。
- 十、模擬細毛的材質不同，會不會影響挽起的力量？
- 十一、棉線的材質不同，拔起模擬細毛的棉線所用的力一樣嗎？
- 十二、加入不同的粉末會不會影響挽面時的拉力。
- 十三、棉線的夾角不同，會不會影響所使的力？

## 伍、研究過程

### 一、活動一：我看阿嬤在挽面。

#### (一) 參觀阿嬤去挽面。

1. 時間：1月17日星期三下午。
2. 地點：一條巷子裡(開元路的小巷)。



#### 3. 師傅如何挽面：

(1) 工具(材料)：縫衣線、香粉

(2) 挽面的方法：

- A. 先準備一條線。
- B. 一端嘴咬著，另一端左手拉著。
- C. 右手將線繞出“又”形。
- D. 可以開始挽面。

(3) 挽去臉上的什麼：細毛。

(4) 阿嬤的感覺：我問阿嬤：「師傅在挽面時會不會痛？」，阿嬤回答：「愛漂亮，一點點痛有什麼關係。」又說「我一年才挽面一次，痛一下就好了。」阿嬤說：「挽面時，棉線有時候會夾住皮膚，這才是最痛的。」還有棉線會在臉皮上磨擦，很痛。」其實我也想試試看。



(5)師傅的話(Q and A)：

A. Q：為何要用香粉？

A：因為流汗後可吸收汗水，而且又比較好拔毛。

B. Q：為何要用拔的？

A：因為用剪的無法讓整支毛拔起來。

C. Q：為何線只交叉打結 3~5 次？

A：因為交叉打結越多次越難拔。

D. Q：線能交叉打結幾次？

A：3~5 次。

E. Q：線一定要用縫衣線嗎？

A：不一定，但縫衣線比較好把毛拔起來。



(6)我的發現：

A. 我發現其實臉上的細毛是用線扭轉的力量而拔出來的，不是線把毛切斷的。

B. 我發現左手拉線時，線是往外轉；右手拉線時，線是往內轉。

(7)我們也想學挽面：

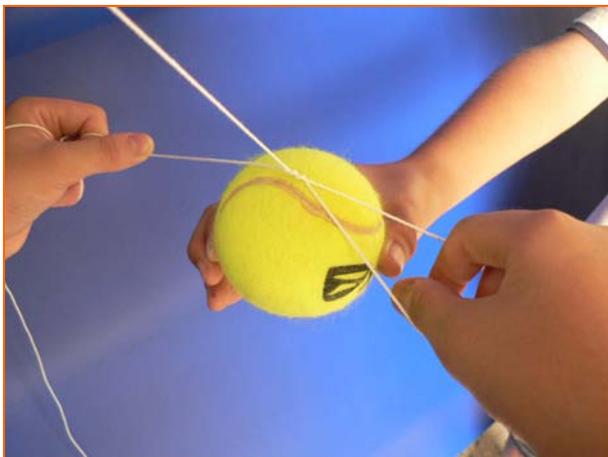
A. 學習的方法：

(A)在兩塊相併的木板上夾住棉線，利用挽面的方法來拔拔看。

(B)將網球當做臉，網球上的毛當做臉上的細毛，再用挽面的方法將毛拔出來。

B. 失敗的經驗：

剛開始我們以為可以把毛拔起來，可是如何利用實驗來學習拔毛的方法，當我們利用上面(A)(B)的方法來拔臉上的細毛時，結果失敗了，我們才知道挽面不是那麼容易的，必須方法正確，常常練習，才會學到真功夫。

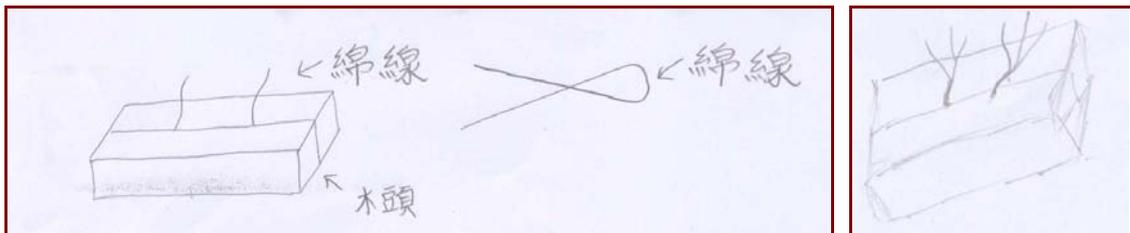


## 二、活動二：我學會了「挽面」。

### (一) 我的想法：

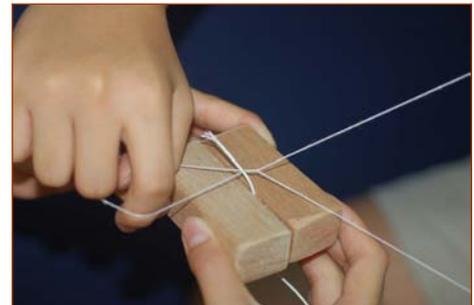
1. 棉線：為何線要用細的，不用粗的？  
我想應該是用粗的比較不好把毛拔出來。
2. 交結：為何交結只轉 3~5 次，不超過 5 次？  
我想應該是因為超過 5 次時會打結，所以才只交叉打結 3~5 次。
3. 牙齒：為何要用牙齒咬，不用嘴唇壓著就好了？  
我想應該是因為用嘴唇壓著時，嘴唇會破皮，所以才用牙齒咬。
4. 手的拉力：為何只用手拉力，而不是用機器的拉力？  
可能是因為費用不足，且又難推動，所以才直接用手拉力。
5. 怎樣把毛拔出來？為何師傅不用剪刀把毛剪掉，是用線把整支毛拔出來？  
我想可能是因為用線可以把整支毛拔出來，而毛又比較慢長出來，所以才用這個方法。

### (二) 如何學挽面：



#### 1. 實驗材料：棉線。

- (1) 用棉線當做細毛，用二塊木板夾住，兩端用橡皮筋綁起來，棉線才會被夾住。
- (2) 棉線會露出木塊的夾縫 3cm。
- (3) 我們用棉線模仿師傅挽面的方法，把夾住的棉線挽挽看。
- (4) 經過很多次(20 次以上)才會勉強挽起來。



### (三) 結果：在操作時，棉線被我們分成 3 小條。

### (四) 發現問題：

1. 用不同粗細的棉線，是否會影響操作時的拉力？
2. 兩塊木板夾住棉線的鬆緊，會不會影響操作時的拉力？



(五) 再試試看：

1. 方式 1：利用兩塊木板夾住棉線，模仿師傅挽面時提出的各項問題。

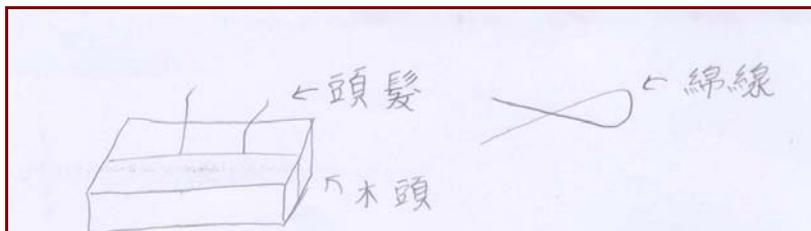
(1) 操作方式：利用阿嬤挽面的方法來操作。

(2) 發現：

- A. 打結的次數和棉線的旋轉有關。
- B. 棉線的粗細和棉線的旋轉有關。
- C. 用力的大小和棉線的旋轉有關。
- D. 棉線的夾角和棉線的旋轉有關。
- E. 細毛的粗細會不會和棉線的旋轉有關。
- F. 用阿嬤挽面的方法，可以當作臉毛的線轉開來，成三條線。

2. 方式 2：利用兩塊木板夾住頭髮來試試看。

(1) 操作方式：利用阿嬤挽面的方法來操作。



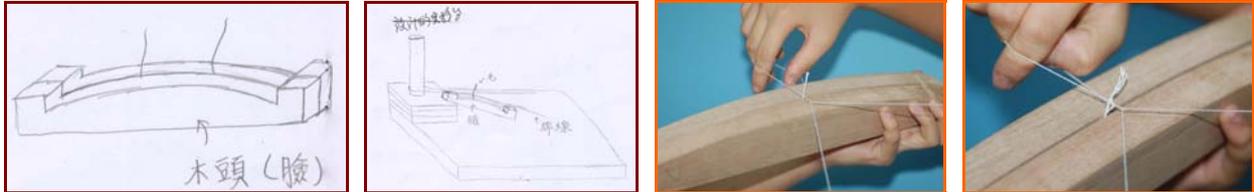
(2) 發現：

- A. 用頭髮來實驗，不只能把頭髮扭彎，也可以把頭髮拔起來。
- B. 用挽面的方法來操作，頭髮會整支被轉在線裡面。
- C. 髮質不同(柔軟或乾燥的頭髮) 和棉線的旋轉有關。
- D. 頭髮的長短和棉線旋轉圈數有關。

3. 方式 3：利用有弧度的兩塊木板夾住棉線，模仿挽面。

(1)我的想法：本來我們將當作臉的木頭做成平的，但是最後我們發現臉應該是有弧度的，所以我們將木頭磨成圓弧形的。我們又想，如果用手來操作，會影響到力的問題，所以我們才想要做這個實驗台。

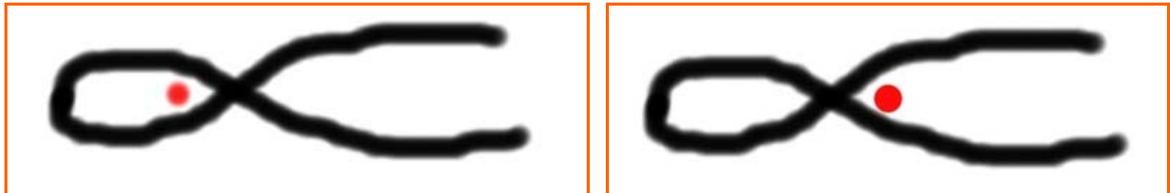
(2)設計的實驗台：



(3)發現：

A. 如果棉線交叉打結 3 次就共用了 3 次，才把細毛(綿線)拔出來的話，那毛轉的數量就有 9 個。

B. 如果從毛的前面拔的話，線的前端會分叉；若是從中間拔，就不會。



4. 討論：

(1)我們去看阿嬤挽面，回家後拿著師傅送我的一條棉線試著去操作，發現挽面的技巧不容易，所以在阿嬤和老師的指導下，試了很久，經過一星期後，慢慢的體會挽面的道理和方法。

(2)我們仔細的看著照片和錄影帶的畫面，慢慢的去體會挽面時棉線的運動，可是看不出棉線有什麼動靜。

(3)經過再三的觀察才發現挽面時，手的拉動會把棉線牽動，繞圈圈，也因為這樣才把細毛拔起來。所以阿嬤才會覺得痛痛的。

(4)棉線很細，手拉動時，棉線會打結，把細毛夾住，旋轉時才把細毛拔起來。

5. 疑問：

(1)用多大的力量才能將毛拔出來？

(2)如何讓每次實驗時，線的角度都相同？

### 三、活動三：挽面時交叉棉線的次數和棉線的轉動有關係嗎？

(一) 觀察挽面操作時的發現：在【活動二】練習時，發現棉線會轉動，才把臉上的細毛夾住拔起來。可是一條細小的線在轉動不容易看出來，怎麼辦呢？

(二) 我們的設計和想法：

1. 我們利用紅色線條綁在棉線的交叉地方。
2. 當我們操作時，就可以分辨出來棉線繞了幾圈。

(三) 試試看：

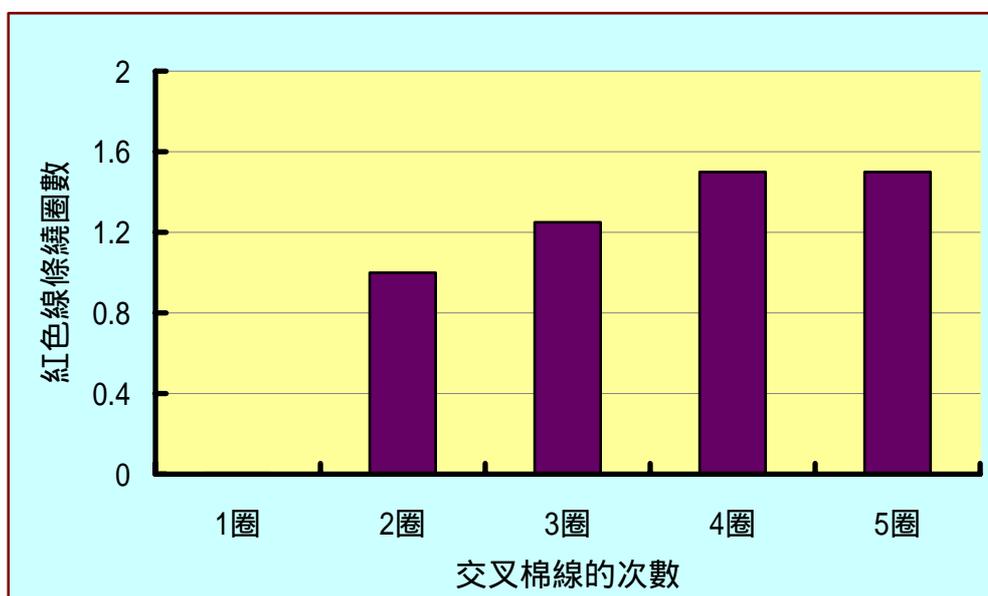
1. 我們將左手的線跟牙齒咬住的線從 0 度移到 90 度。
2. 看看紅色線條在不同的繞圈數下會繞幾圈。

(四) 結果：紅色線條的繞圈數

單位：圈

次數 \ 紅線條繞圈數	1 圈	2 圈	3 圈	4 圈	5 圈
1	0	1	1.25	1.5	1.5
2	0	1	1.25	1.5	1.5
3	0	1	1.25	1.5	1.5
合計	0	3	3.75	4.5	4.5
平均	0	1	1.25	1.5	1.5

(五) 結果比較：



(六) 討論：

1. 棉線交叉打結時，用力拉開棉線的夾角，使夾角變大，也使棉線的力量往後拉，這時夾角的棉線會轉動。
2. 當棉線的交叉打結的次數是 0 時，也就是棉線交叉不打結，棉線就不會轉動，也就不會拔掉臉上的細毛；如果交叉打結的次數增加為 2~3 次數時，拉動棉線，棉線就會旋轉，夾住細毛並且把細毛扭轉拔起來。

#### 四、活動四：加入不同的粉末是否會影響挽面時所需的角度。

(一) 我們的想法：阿嬤挽面時，師傅一直再阿嬤的臉上塗上一層白色粉末，這有什麼功用呢？師傅說：「挽面時臉上有油脂，也會出汗，塗上粉末可以把油脂和汗水吸乾，容易拔毛。」真的是這樣嗎？

(二) 實驗材料和粉末：

1. 材料：實驗台(電線、電池座、燈泡座、杯子、木條、木板)鋁片、棉線、螺帽、電池
2. 粉末：滑石粉、石膏粉、黃豆粉、陶土粉、麵粉、木屑。



(三) 實驗步驟：

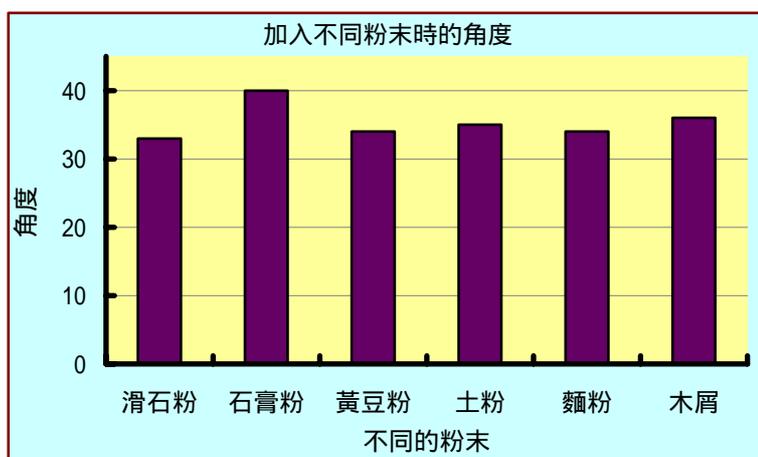
1. 先把電池放入電池座中。
2. 把一個螺帽放入杯子裡。
3. 然後拿一條線來做實驗。
4. 再把線交叉幾次。
5. 把粉末分別撒在棉線交叉的地方。
6. 開始拉線的兩端，看燈泡是否會暗。



(四) 實驗結果： (棉線的夾角：度)

	滑石粉	石膏粉	黃豆粉	土粉	麵粉	木屑
1	34	38	32	36	34	35.5
2	31	39	36	34	33	36
3	36	45	34	35	36	37
合計	101	122	102	105	103	109
平均	33	40	34	35	34	36

(五) 比比看：



(六) 討論：

1. 我認為各種粉末好像對挽面拔起細毛時的角度沒有很大的影響。
2. 有些木屑會卡在線與線之間，所以角度會變得比較大，才會把線拔起來。

五、活動五：棉線交叉打結的次數不同，是否會影響挽面時的角度？

(一) 師傅的話：師傅說：「挽面時，線的交叉打結次數以 3~5 次最好。」怎麼會是這樣呢？我們很想知道其中的道理，所以試試看。

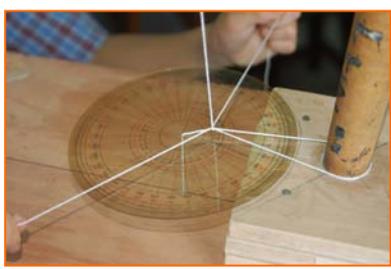
(二) 實驗目的：為了知道交叉打結的次數，是否會影響挽面時的角度，所以我們才要做這個實驗。

(三) 實驗材料 / 工具：

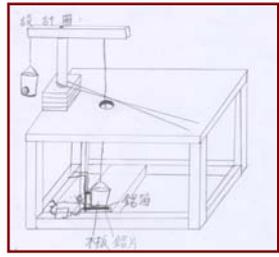
1. 材料：偵測台(電線、電池座、燈泡座、杯子、木條、木板)鋁片、棉線、螺帽、電池。
2. 工具：鋸子、砂紙、釘子、錘子。

(四) 實驗步驟：

1. 先把電池放入電池座中。
2. 把一個螺帽放入杯子裡。
3. 然後拿一條線來做實驗。
4. 再把線交叉幾次。
5. 開始拉線的兩端，看燈泡是否會暗。



(五) 實驗裝置：(如右圖)



1. 自己設計：
2. 請老師協助製作：

(六) 控制變因：

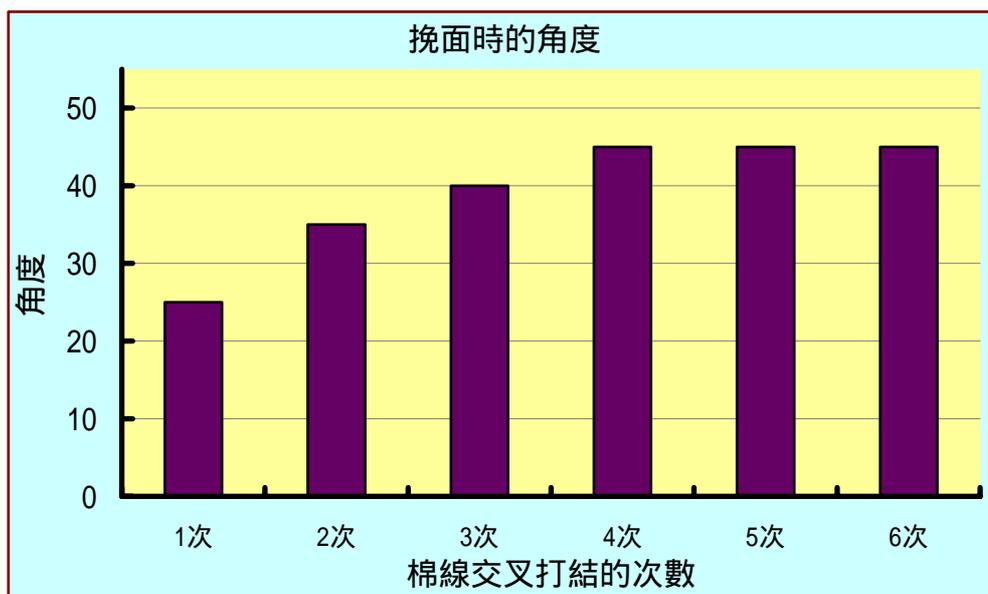
1. 操縱變因：挽面時棉線交叉打結的次數。(1.2.3.4.5.6)
2. 應變變因：挽面拔起毛時，棉線打開的角度。
3. 保持不變變因：棉線的粗細相同、棉線的材料相同、螺帽的個數相同、細毛的材質相同、細毛的長短相同、細毛的粗細相同。

(七) 實驗結果：

單位：度

棉線交叉打結的次數 \ 棉線打開的角度	1	2	3	4	5	6
1	25	35	40	45	45	45
2	25	35	40	45	45	45
3	25	35	40	45	45	45
4	25	35	40	45	45	45
5	25	35	40	45	45	45
合計	125	175	200	225	225	225
平均	25	35	40	45	45	45

## (八) 結果比較



## (九) 討論：

1. 我發現棉線交叉打結一圈時，將毛拔起的方式和其它不同，交叉打結一次時，是由兩條線將棉線(細毛)撐開的，而其它的都是因為棉線的旋轉，所以用扭轉的方式將毛拔起來。
2. 棉線交叉打結的次數在 3~6 次時，棉線打開的角度都在 45 度時，就可以把吊在棉線的杯子提起來，也表示可以把毛拔起來。
3. 實作中發現棉線交叉打結 2 次，雖然可以在棉線打開 35 度時，就可以把杯子提起來，也就是可以把毛拔起來，可是棉線容易打結，夾不住細毛。所以，以棉線交叉打結 3~5 次最恰當。

## 六、活動六：線的材質不同是否影響挽面時將毛挽起所需的角度。

(一) 我們的想法：師傅挽面時，用的是細綿線，怎麼不用粗棉線比較好操作呢？

(二) 目的：我們想知道挽面時使用的棉線材質不同，是否影響挽面時將毛挽起所需要的角度。

(三) 材料：

1. 實驗台。
2. 各種線(粗釣魚線、塑膠繩、尼龍線、細釣魚線、九股編釣魚線)。
3. 電池。
4. 螺帽。

(四) 實驗步驟：

1. 將電池放入電池座，並將螺帽放入水晶杯。
2. 將棉線繞過圓柱，互相交叉三次打結。
3. 觀察操作時的夾角。

(五) 實驗裝置：(同活動五)

(六) 控制變因：

1. 操縱變因：挽面時將細毛挽起所需的角度數。
2. 應變變因：棉線打開的角度不同。
3. 保持不變變因：
  - (1) 細毛的粗細。
  - (2) 線的纏繞圈數(3 圈)。
  - (3) 施力的方向相同。
  - (4) 柱子的粗細相同。
  - (5) 細毛的材質相同。
  - (6) 固定細毛的螺帽數：2 個 (共 24.5g)。
  - (7) 螺帽的重量相同。

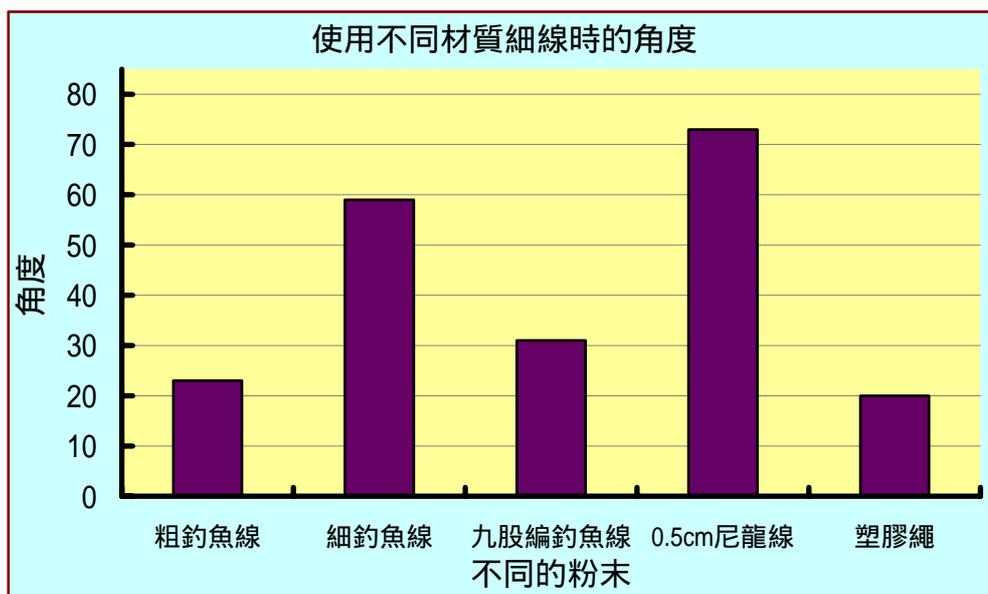


(七) 實驗結果：

單位：度

線的材質 實驗次數	粗釣魚線	細釣魚線	九股編 釣魚線	0.5cm 尼龍線	塑膠繩
1	34	62	32	80	39
2	34	58	32	75	35
3	35	58	35	69	35
合計	103	178	99	224	109
平均	34	59	33	73	36

(八) 結果比較：



(九) 討論：

1. 利用不同材質的線當做挽面的線，會影響拔棉線的角度，也就是會影響拔出棉線的力量。
2. 在這個試驗中用塑膠繩、粗的釣魚線夾角只有在 36 度、34 度時就會把棉線拔起；九股編釣魚線所張開的夾角只有 33 度。
3. 細的釣魚線和細的尼龍繩張開的夾角在 59 度、73 度時才會把棉線拔起來。
4. 在不同的材質中，如果用粗的線來拔棉線。雖然夾角小就可以拔起，但是真正的臉上細毛還是要用細棉線才有效。

## 七、活動七：模擬細毛的拉力不同，會不會影響棉線的拉力。

(一) 在前面的實驗中，我們對拉動棉線或不同材質的線，都用手的拉力，我們不知道用了多少的力才把模擬細毛拔起來。所以我們就在老師的指導下做了很多次改進。

(二) 新設計的實驗台：

【第一台】：(如右圖)

1. 優點：利用定滑輪可以漸漸的往二邊滑動，所以一方面可以測量棉線夾角；一面可以測量棉線拉力。
2. 缺點：拉開棉線的定滑輪不穩定，而且滑輪沒有對正中心的柱子，所以實驗時，棉線容易滑出去，也影響實驗結果。

【第二台】：(如右圖)

3. 優點：定滑輪是面對中心軸，所以可以正確的測出棉線的拉力。
4. 缺點：不能一面測夾角，一面測棉線拉力。

(三) 操作器材：本實驗使用第二台。

(四) 變因操控：

1. 操縱變因：模擬細毛的棉線拉力。

在中心的棉線下方各掛 1、2、3、4 個螺帽。

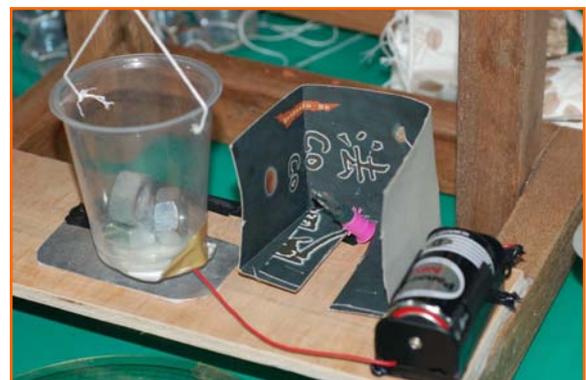
2. 保持不變變因：

- (1) 都使用相同的棉線。
- (2) 兩定滑輪的夾角相同(棉線夾角 50 度)
- (3) 模擬細毛(棉線)是一定的支持著。(操作台上的支持架)
- (4) 相同的螺帽。
- (5) 同一個人操作。
- (6) 螺帽輕輕放下。

3. 應變變因：棉線兩端螺帽數的重量。

(五) 操作方法：

1. 在模擬細毛(棉線)的下端各放 1、2、3、4 個螺帽，表示細毛在皮膚的拉力。
2. 把模擬細毛(棉線)調整到緊緊的，但是試驗的燈泡是亮亮的，表示裝螺帽的杯子接觸到底盤。
3. 把手拉的兩條棉線交叉打三個結，再懸掛在兩邊的定滑輪上，使兩端的紙杯下垂。
4. 開始在兩邊杯子中，每次各放 2 個螺帽，一直到模擬細毛(棉線)底端旁的小燈泡熄



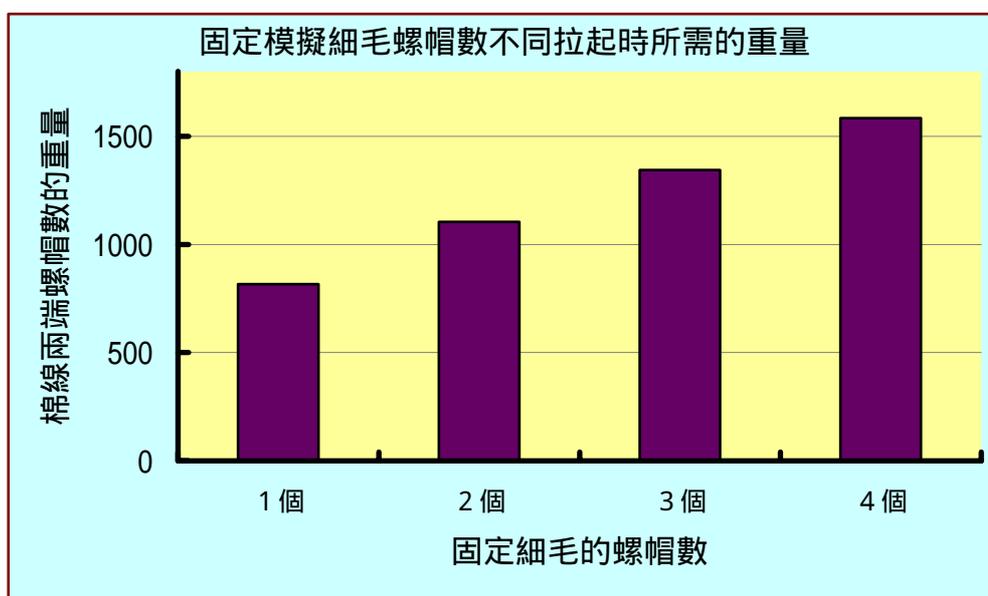
滅了，表示模擬細毛的杯子已經離開底盤，細毛已經被拔起來了。

5. 模擬細毛(棉線)的紙杯，每放一個螺帽，都用上面的方法各做 5 次，再數一數定滑輪兩端杯子裏的螺帽數。

(六) 實驗結果：棉線兩端吊的螺帽數的重量(每個螺帽重 24 克) 單位：g

次數 \ 模擬細毛(棉線)放的螺帽數	1 個	2 個	3 個	4 個
1	864	1056	1344	1632
2	864	1104	1392	1536
3	816	1056	1344	1536
4	768	1152	1296	1632
5	768	1056	1296	1536
合計	4080	5424	6672	7872
平均	816	1104	1344	1584

(七) 結果比較：



(八) 討論：

1. 當我們把手拉的棉線兩端改用螺帽和定滑輪來測量時，就可以比較準確的測量出需要的拉力有多少，才能把模擬細毛(棉線)所吊的螺帽數拉起來。
2. 在 5 次的測量中，發現每一次所需的螺帽數都很接近，表示所用的力很接近，也就是比較準確。
3. 在試驗中發現模擬細毛(棉線)所吊的螺帽愈多個，要拉起它所需的力量也就愈大，表示所掛螺帽數要愈多。
4. 當模擬細毛(棉線)所吊的螺帽數增加一個時，拉起的力量並沒有增加一倍的螺帽數。當吊的螺帽數為 2、3、4 個時，拉起的螺帽數雖然增加了，但不是呈倍數的增加，有一點省力。

#### 八、活動八：模擬挽面時，棉線交叉打結的次數不同時，棉線兩端的拉力會不同嗎？

(一) 我們的想法：當棉線交叉打結時，才會把細毛夾住拔起來，可是棉線交叉時的次數愈多會不會阻止它的拉力呢？我們的想法是會阻止而需要更多的力才能拔起。

(二) 操作器具：使用試驗台二、棉線、螺帽。

(三) 變因控制：

1. 操縱變因：棉線交叉打結次數(分別為：1、2、3、4、5、6次)

2. 應變變因：模擬細毛(棉線)拉起的螺帽數的重量。

3. 保持不變變因：

(1) 模擬細毛(棉線)粗細相同。

(2) 固定細毛的螺帽數(2個)。

(3) 棉線的材質相同。

(4) 棉線的粗細相同。

(5) 棉線的夾角相同(50°)。

(6) 棉線的長度相同。

(7) 每個螺帽的重量相同(24g)。

(8) 同一人操作。

(9) 放螺帽輕輕的放下。

(四) 操作方法：

1. 在模擬細毛(棉線)下端的杯子內放2個螺帽。

2. 把棉線交叉打結1次(或分別為：1、2、3、4、5次)分別操作(和活動七)相同。

3. 觀察記錄，每一次掛多少螺帽才會使試驗的指示燈泡由亮變為熄滅。表示模擬細毛被拔起了。

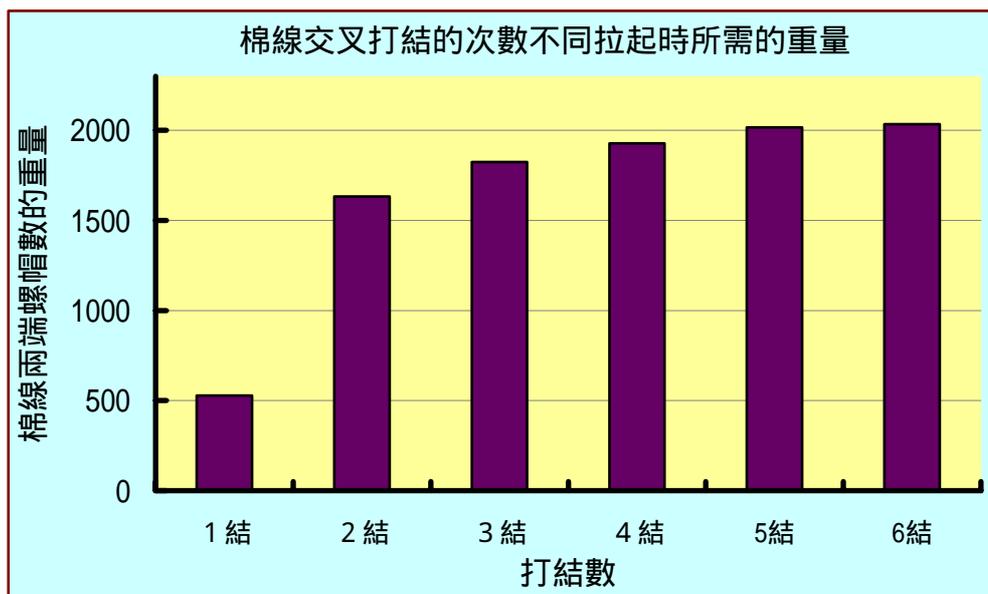
4. 每個實驗各做5次。

(五) 實驗結果：棉線兩端吊螺帽數的重量(每個螺帽重24克)

單位：g

棉線交叉打結數 次數	1結	2結	3結	4結	5結	6結
1	480	1632	1824	1968	2064	2064
2	576	1584	1872	2016	2015	2064
3	576	1536	1872	1968	2064	2016
4	480	1728	1824	1920	2016	2016
5	528	1728	1824	1920	2016	2016
合計	2640	8208	9216	9792	10176	10176
平均	528	1632	1824	1928	2016	2035

## (六) 結果比較



## (七) 討論：

1. 在操作這個實驗時，發現一件有趣的事。就是棉線交叉一次(打一個結)時，只要 20 個螺帽就可以把模擬細毛(線線)拔起來。可是仔細一看，棉線下面的杯子離開台面，但是拉住杯子的棉線不是被另外的兩條棉線夾住扭轉，而使杯子上升的；而是吊杯子的棉線被推開而使杯子離開台面的。如果用這個方法去挽面是拔不起臉上的細毛的。
2. 當棉線交叉二次打 2 結時，要把模擬細毛拔起時，所需的螺帽數約 68 個(重量約 1632g)，和棉線交叉一次的所需的螺帽數相差很多，增加約 50 個螺帽重。模擬細毛的棉線先被夾住，再向前推使模擬細毛的棉線所吊的杯子離開台面。
3. 當棉線交叉 3~5 次時，把模擬細毛的棉線拔起，所需的螺帽數都相差不多，也就是阿嬤去挽面時，師傅說：「棉線交叉打結不要超過 5 次，在 3~5 次之間最恰當，超過 5 次反而不方便。」
4. 【活動五】和【活動八】都以棉線交叉打結的次數當作操作變因，所得的結果都相符合，也就是在 3~5 次之間最恰當。如果交叉打結超過 4 次，它的效果是相近的。

## 九、活動九：模擬細毛的粗細不同，會不會影響挽面的力量。

### (一) 我們的想法：

我跟阿嬤去挽面時，看見師傅使用的棉線是很細的棉線，為什麼不用粗的棉線比較方便呢？師傅說：「棉線太粗不能夾住扭轉臉上的細毛。」真的是這樣嗎？

### (二) 實驗材料和器具：實驗台(第二台)、不同粗細的模擬細毛(棉線)、螺帽。

### (三) 變因控制：

1. 操縱變因：模擬細毛的棉線(1、2、3、4號棉線：由細到粗)。
2. 應變變因：操作棉線拉起模擬細毛所需螺帽數的重量。
3. 保持不變變因：
  - (1) 棉線的材質相同。
  - (2) 棉線的粗細相同。
  - (3) 棉線的夾角相同。
  - (4) 棉線的長度相同。
  - (5) 每個螺帽的重量相同。
  - (6) 固定細毛的螺帽數：2個。
  - (7) 同一人操作。
  - (8) 放螺帽輕輕的放下。



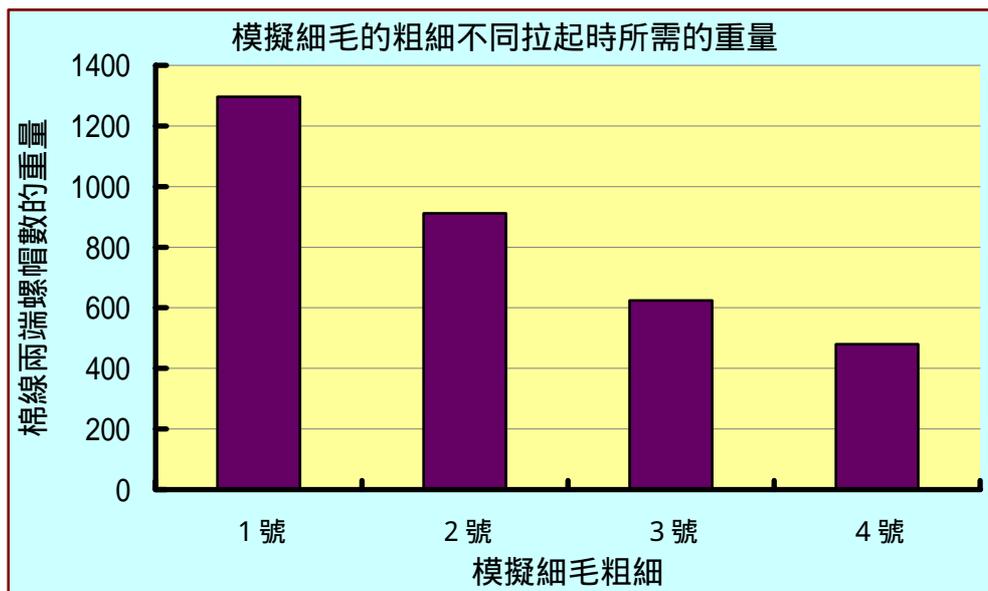
### (四) 操作方法：

1. 每次使用的模擬細毛的棉線粗細不同，由1號細綿線開始操作，接著2、3、4號。
2. 分別操作(和活動七)相同。
3. 觀察記錄，每一次掛多少螺帽才會使試驗的指示燈泡由亮變為熄滅。表示模擬細毛被拔起了。
4. 每個實驗各做5次。

### (五) 實驗結果：棉線兩端吊螺帽數的重量(每個螺帽重24克) 單位：g

模擬細毛的棉線粗細 次數	1號	2號	3號	4號
1	1248	864	576	480
2	1152	864	672	480
3	1152	912	672	432
4	1344	864	576	576
5	1488	960	576	528
合計	6384	4464	3072	2496
平均	1296	912	624	480

## (六) 結果比較



## (七) 討論：

1. 從實作中發現棉線來拉不同粗細的模擬細毛的棉線，以拉出粗的毛最為容易，而拉出最細的毛使用的螺帽數最多也最重。
2. 實作中知道了臉上的細毛越細，越難拔起來，也就是要拔起越細的毛要用更大的力量。
3. 從實作中發現棉線夾住模擬的細毛，如果比較粗是容易夾住，而且也容易扭轉把吊住底下的杯子拉起來，使它離開台面。



## 十、活動十：模擬細毛的材質不同，會不會影響挽起的力量？

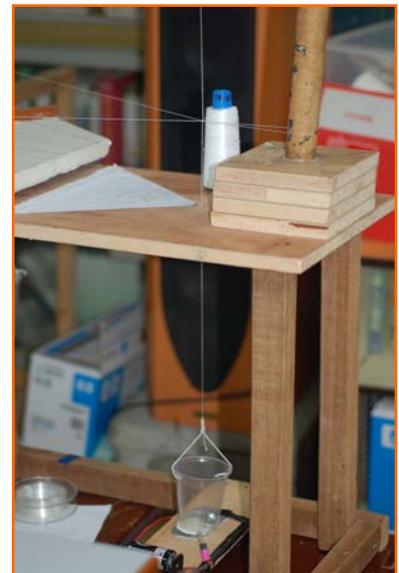
### (一) 我們的想法：

和阿嬤去挽面的時候，一直聽見師傅對阿嬤說：「你的臉上細毛太細了，真的很難拔起來，要很用力才行。」真的是這樣嗎？我們以為臉上的毛愈細應該更容易拔起，不知道講這些話的道理。

### (二) 實驗材料和工具：實驗台(第二台)、不同材質的細毛。

### (三) 變因控制：

1. 操縱變因：模擬細毛的線不同(特多龍、釣魚線、尼龍線、棉紗線、珠光尼龍線、伸縮線)。
2. 應變變因：棉線拉起的模擬細毛所需螺帽數的重量。
3. 保持不變變因：
  - (1) 棉線的材質相同。
  - (2) 棉線的夾角相同。
  - (3) 棉線的長度相同。
  - (4) 每個螺帽的重量相同。
  - (5) 固定細毛的螺帽數：2 個。
  - (6) 同一人操作。
  - (7) 放螺帽輕輕的放下。



### (四) 實驗方法

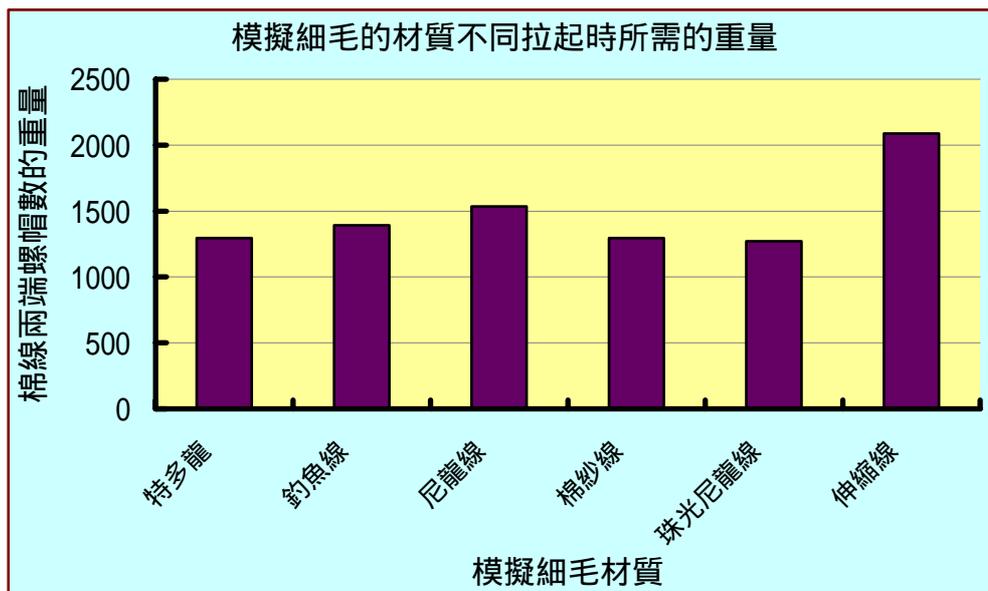
1. 在模擬細毛(棉線)下端的杯子內放 2 個螺帽。
2. 把不同粗細棉線分別操作(和活動七)相同。
3. 觀察記錄，每一次為掛多少螺帽才會使試驗的指示燈炮由亮變為燈滅。表示模擬細毛被拔起了。
4. 每個實驗各做 5 次。

### (五) 實驗結果：棉線兩端吊螺帽數的重量(每個螺帽重 24 克)

單位：g

次數	模擬細毛不同材質的線					
	特多龍	釣魚線	尼龍線	棉紗線	珠光尼龍線	伸縮線
1	1296	1392	1536	1344	1296	2064
2	1344	1440	1488	1296	1248	2112
3	1248	1392	1548	1248	1296	2112
4	1344	1344	1536	1296	1296	2112
5	1248	1392	1536	1296	1248	2064
合計	6480	6960	7680	6480	6384	10464
平均	1296	1392	1536	1296	1272	2088

(六) 結果比較：



(七) 討論：

1. 從實作中知道了模擬細毛中的珠光尼龍線最容易被拔起來，接著是棉紗線、特多龍線、釣魚線；最難拔起來的是伸縮線。我們每一次都仔細觀察，發現珠光尼龍線比較硬直不容易打彎，所以用棉線夾住它，再往下拉，棉線會把珠光尼龍線夾得緊緊的，在扭轉就會把模擬細毛下的杯子拉起；可是釣魚線也很硬，怎麼不會呢？經過多次的觀察，發覺釣魚線會滑，即使棉線夾住也會一些些的滑掉，所以要把杯子拉起來會困難一點。至於伸縮線因為太柔軟，容易夾住也容易扭轉，但是扭轉的圈數不足，必須更大的力才會把杯子拉起來。
2. 上面的試驗，證明挽面師傅講的話真的是經驗的話，其實也是有科學的道理。

## 十一、活動十一：棉線的材質不同，拔起模擬細毛的棉線所用的力一樣嗎？

(一) 我們的想法：在觀察阿嬤挽面的時候，一直想著為什麼師傅一定要用縫衣服的棉線呢？是它的拉力強、有彈性；或者是它的材質佳不易斷；還有別的原因嗎？為著要找到正確的答案，只有做做看，所以選了粗細相當的不同材料的線來試。

(二) 實驗材料和器具：實驗台、不同的線。

(三) 實驗裝置：(如右圖)

(四) 變因控制：

1. 操縱變因：拉的線材質不同(特多龍、釣魚線、尼龍線、棉紗線、珠光尼龍線、伸縮線)。



2. 應變變因：模擬細毛的棉線拉起杯子時，滑輪兩端的拉力。(杯子內的螺帽數)

3. 保持不變變因：

- (1) 都使用相同的模擬細毛(棉紗線)。
- (2) 兩定滑輪的夾角相同(棉線夾角 50 度)。
- (3) 固定細毛的螺帽數：2 個。
- (4) 相同的螺帽。
- (5) 同一個人操作。

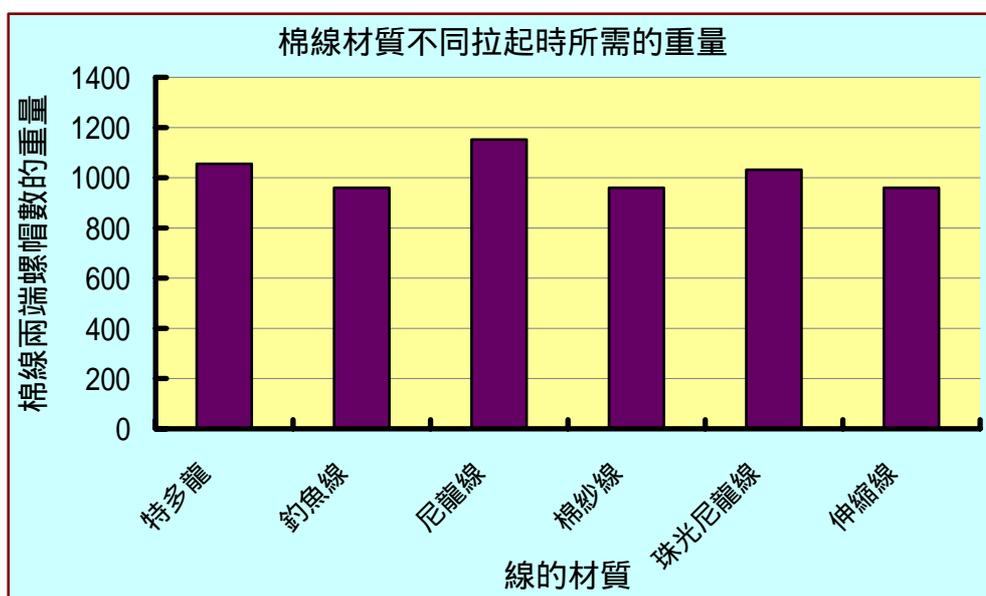
(五) 操作方法：

1. 利用不同的線(特多龍、釣魚線、尼龍線、棉紗線、珠光尼龍線、伸縮線)來拉拉看。
2. 把模擬細毛(棉紗線)調整到緊緊的，但是試驗的燈泡是亮亮的，表示裝螺帽的杯子接觸到底盤。
3. 把手拉的兩條棉線(和各種材質不同的線)交叉得打三個結，再懸掛在兩邊的定滑輪上，使兩端的紙杯下垂。
4. 開始在兩邊的杯子中，每次各放 2 個螺帽，一直到模擬細毛(棉線)底端旁的小燈泡熄滅了，表示模擬細毛的杯子已經離開底盤，細毛已經被拔起來了。
5. 模擬細毛(棉線)的紙杯，每放一個螺帽，都用上面的方法各做 5 次，再數一數定滑輪兩端杯子裏的螺帽數。

(六) 實驗結果：不同材質的線兩端吊的螺帽數的重量(每個螺帽重 24 克) 單位：g

次數 \ 線材質	特多龍	釣魚線	尼龍線	棉紗線	珠光尼龍線	伸縮線
1	1008	960	1184	960	1056	960
2	1056	912	1152	1008	1008	960
3	1184	960	1200	1008	1008	912
4	1152	1056	1200	960	1056	960
5	1008	912	1184	912	1056	1008
合計	5328	4800	5760	4848	5184	4800
平均	1056	960	1152	960	1032	960

(七) 結果比較：



(八) 討論：

1. 實驗中用來拉的線以伸縮線、釣魚線、棉紗線最容易把模擬細毛的棉線拉起來。仔細觀察伸縮線、釣魚線、棉紗線在操作時，它的韌性佳，當兩端用力拉時，兩條線的相交會緊緊的夾住模擬細毛，而且會把細毛的棉線扭轉，它的扭轉力特別大就容易把杯子拉起來。如果用釣魚線來挽面，因為它的材質太硬直，不但會夾住毛，也會夾住皮膚。使皮膚受傷。
2. 利用棉紗線來拉拉看時，棉紗線的材料較為柔軟，所以容易夾住細毛，也容易扭轉把模擬細毛的棉線轉動，使杯子上升，離開實驗台台面。因為這樣，所以師傅給阿嬤挽面時用的是棉紗線，而且是細的棉紗線，才容易把細毛夾得住夾得緊，用力一拉就把細毛扭轉 2~3 圈，連根拔起，也帶來一陣疼痛。
3. 【活動六】和【活動十一】都是在探討線的材質不同對棉線拉起杯子時的打開角度，和棉線兩端所載的重量，實驗的結果卻能明顯的觀察出不同的影響。

## 十二、活動十二：加入不同的粉末會不會影響挽面時的拉力。

(一) 我們的想法：前面的【活動四】做過了粉末會不會影響挽面的的角度，結果發現和角度有關係。在觀察阿嬤挽面時，師傅每一次拉開棉線時都會用手指把棉線拉開，也就是使二條交叉的線拉開，也就是利用兩條線夾住臉毛，拉開的角度越大，棉線就會把細毛扭轉得更多圈，也把細毛拔起來。可是在這個實作中，到底撒了粉末是否會幫助棉線把細毛夾得更緊，更容易拔起來，所用的力氣會更小。

(二) 實驗材料和器具：實驗台、螺帽、滑石粉、石膏粉、黃豆粉、陶土粉、麵粉、木屑。

(三) 變因控制：

1. 操縱變因：撒在細毛棉線上的粉末不同。(滑石粉、石膏粉、黃豆粉、陶土粉、麵粉、木屑)

2. 應變變因：模擬細毛的棉線拉起杯子在定滑輪上所拉的螺帽數的重量。

3. 保持不變變因：

- (1) 都使用相同的棉線。
- (2) 兩定滑輪的夾角相同(棉線夾角 50 度)。
- (3) 固定細毛的螺帽數：2 個。
- (4) 相同的螺帽。
- (5) 同一個人操作。
- (6) 螺帽輕輕放下。



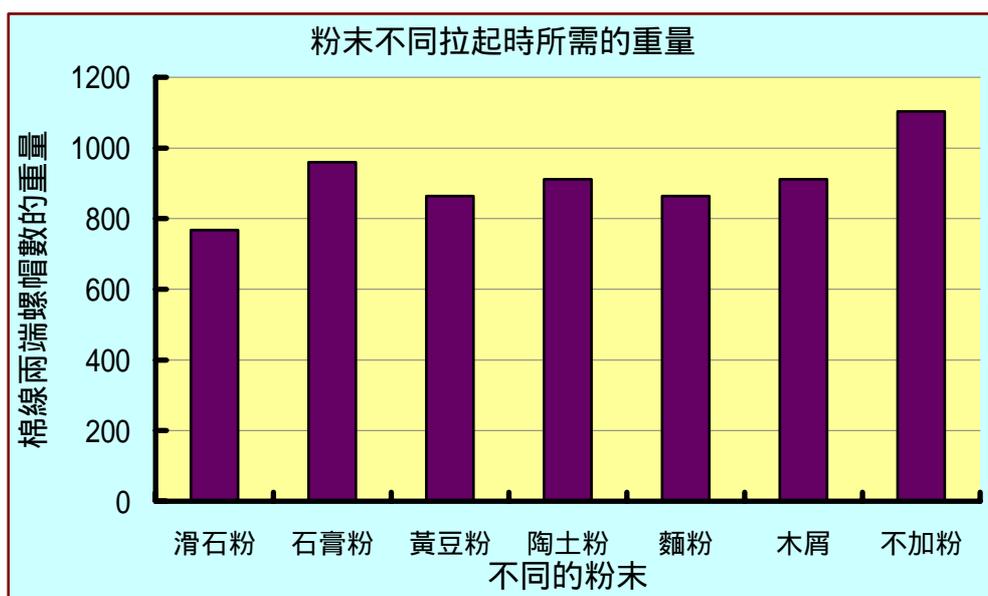
(四) 操作方法：

1. 先把電池放入電池座中。
2. 把一個螺帽放入杯子裡。
3. 然後拿一條線來做實驗。
4. 再把線交叉三次。
5. 把粉末分別撒在棉線交叉的地方。
6. 開始拉線的兩端，看看亮的燈泡是否會熄滅

(五) 實驗結果：棉線兩端吊的螺帽數的重量(每個螺帽重 24 克) 單位：g

不同粉末 次數	滑石粉	石膏粉	黃豆粉	陶土粉	麵粉	木屑	不加粉
1	816	960	864	912	864	912	1056
2	768	1008	816	912	816	912	1104
3	768	912	864	960	816	864	1152
4	816	1008	816	864	864	960	1056
5	768	960	912	864	912	912	1104
合計	3936	4848	4272	4512	4272	4560	5472
平均	768	960	864	912	864	912	1104

(六) 結果比較：



(七) 討論：

1. 從實驗中發現在棉線上撒了粉末，都會使吊在棉線上的螺帽數減少。也就是更容易拉起杯子。為什麼呢？經過仔細的觀察，當放了粉末在棉線上時，棉線就不容易滑掉，所以只要較少的螺帽就可以拉起吊在模擬細毛的杯子。
2. 阿嬤挽面的時候，師傅在阿嬤挽面的部位塗上白粉，我想在挽面時，臉上油膩膩的，也會流汗使臉上的細毛又濕又滑，棉線夾不住；用力拉時，也不會扭轉，所以細毛會滑掉拔不起來。撒上粉末是有幫助的，因為白色粉末會吸住臉上細毛的油脂和和汗水，使棉線更容易夾住臉上的細毛而拔起來，這也是師傅塗上白粉的原因。
3. 【活動四】和【活動十二】的實驗中，發現加入的粉末不同，所得的結果都相符合。可以知道，棉線打開的角度和棉線兩端的螺帽重量的比較，是很相似的。

### 十三、活動十三：棉線的夾角不同，會不會影響所使的力？

(一) 我們的想法：在前面的實作中，我們都把線的兩端掛在兩個定滑輪上，而兩條線的夾角是 50 度，這樣就可以把吊在模擬細毛的棉線拉起來。我們也嘗試當兩條線的夾角在 25 度時，不論吊多少個螺帽，也就是使用多大的力也無法把模擬細毛的棉線拉起來。所以想試試看，到底兩條棉線的夾角和拉起杯子有沒有相關。

(二) 實驗材料和器具：實驗台、量角器、螺帽。

(三) 變因控制：

1. 操縱變因：兩條棉線的夾角不同。(25 度、30 度、35 度、40 度、45 度、50 度)

2. 應變變因：模擬細毛的棉線拉起的螺帽數的重量。

3. 保持不變變因：

(2) 模擬細毛(棉線)粗細相同。

(3) 固定細毛的螺帽數：2 個。

(4) 棉線的材質相同。

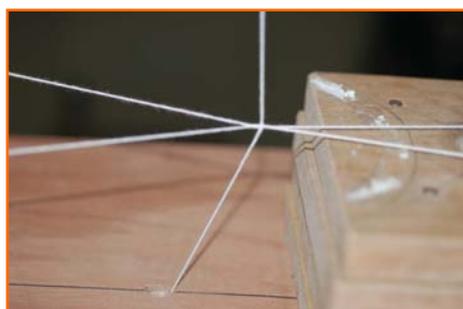
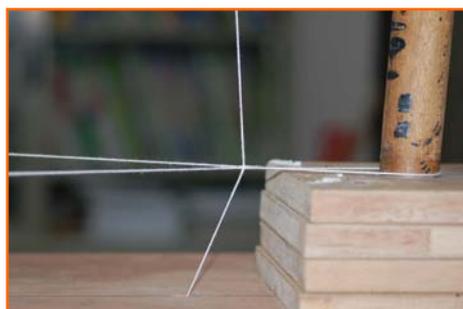
(5) 棉線的粗細相同。

(6) 棉線的長度相同。

(7) 每個螺帽的重量相同。

(8) 同一人操作。

(9) 放螺帽輕輕的放下。



(四) 操作方法：

1. 在模擬細毛(棉線)下端的杯子內放 2 個螺帽。

2. 把棉線交叉 3 次打結 3 次分別操作(和活動七)相同。

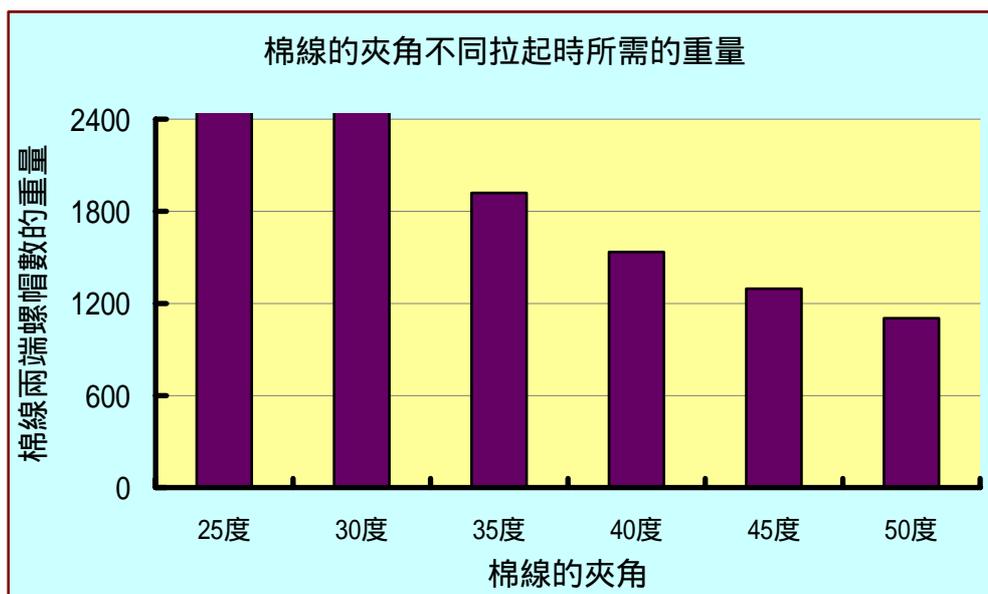
3. 觀察記錄，每一次掛多少螺帽才會使試驗的指示燈泡由亮變為熄滅。表示模擬細毛被拔起了。

4. 每個實驗各做 5 次

(五) 實驗結果：棉線兩端吊的螺帽數的重量(每個螺帽重 24 克) 單位：g

	25 度	30 度	35 度	40 度	45 度	50 度
1	>2400	>2400	1776	1536	1248	1104
2	>2400	>2400	1872	1632	1296	1056
3	>2400	>2400	1872	1448	1296	1056
4	>2400	>2400	2016	1488	1248	1152
5	>2400	>2400	2016	1536	1344	1056
合計			9552	7680	6432	5424
平均	>2400	>2400	1920	1536	1296	1104

(六) 結果比較：



(七) 討論：

1. 實作中發現兩條棉線的夾角在 25 度、30 度的時候，即使吊的螺帽數為 100 時，吊在模擬細毛的棉線都不會拉起杯子。我們觀察的結果是兩條棉線把模擬細毛的棉線夾得緊緊，但是不會扭轉，所以不會拉起杯子。
2. 實驗中在 35 度、40 度、45 度、50 度都會把杯子吊起來。只是夾角越大，越容易拉起杯子，也就是吊的螺帽數越少。

## 陸、 結論

- 一、阿嬤挽面是一件平凡的事，大家都不會去在意。可是這一次我和同學陪阿嬤去挽面，發現了許多問題：奇怪！細細的縫衣棉線怎麼在師傅巧手下，變成一具可以拔毛的科學工具，真是不可思議。棉線怎麼可以拔毛呢？在我們的實作中，發現它是利用棉線的交叉打結，把臉上的細毛夾住，手指再用力些，棉線就會扭轉，把夾在棉線的細毛拔起來。這些都是巧妙的用力，是自然與生活科技中的相關問題，我們的祖先想到了、做到了，可是我們沒有。
- 二、在模擬挽面的實作中，發現要拔去臉上的細毛是要用細的棉線，塗些擦臉的白粉吸住臉上的油脂和汗水，才能夾住細毛，手指的使力才能使棉線扭轉，把臉上細毛拔去。
- 三、在實作中有許多的變因要保持不變，例如：棉線的粗細、材質、夾的角度；操作的細心、耐心都是這次活動的最大收穫。
- 四、在四個月的活動中，我們都努力的在學習，現在我們學會了挽面的功夫了。
- 五、這次的意外收穫是我們利用學過的基本電路原理，自創一組簡易的偵測器。我們在杯子底部黏上鋁片，也在接觸台上黏上鋁片，用電線構成通路。當杯子放在接觸台時，燈泡會發光，當杯子提起時，燈泡會熄滅，這樣就知道實驗時杯子已經被提起了。

【評語】 081522 阿嬤挽面挽出道理來

- 1.研究設計很有趣，同時能設計模擬器，實屬難得。
- 2.研究記錄內容很好。
- 3.兼顧性別平等。
- 4.結論應把前面的結果，做更完整的整理。
- 5.極具鄉土性，此類題材值得鼓勵，唯在其中的物理原理探討上，可再加強。