

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 生活與應用科學科

第三名

030816

無「髮」無天

—自製毛髮濕度計的可行性與影響之因素

學校名稱：彰化縣立陽明國民中學

作者：  國一 陳家樺  國一 陳家柔  國一 曾冠銘	指導老師：  蔡名峯  呂彥緯
---	-----------------------------

關鍵詞：毛髮濕度計、濕度、光槓桿

## 摘要

本研究旨在探討毛髮濕度計的製作與改良，探討毛髮濕度計在生活中使用的可行性，以及影響毛髮濕度計偏轉的因素，並改良**減少毛髮濕度計誤差值**的方法。結果發現：經運用**光槓桿原理**改良的第三代毛髮濕度計，其**偏轉角度約為第二代的一點七倍**，且約為**第一代的八倍**，可大幅降低毛髮濕度計的誤差值，提升毛髮濕度計測量的精確性。本組所製作的第四代縮小版光槓桿毛髮濕度計，可使用**更短的頭髮**來進行實驗，增加使用的便利性。本組也發現染劑與頭髮添加物會**破壞頭髮的角蛋白結構**或是使**水分無法順利滲入頭髮**，使得偏轉角度變小。因此建議在製作毛髮濕度計時，應選用沒有使用染劑及頭髮添加物（例如：髮膠、髮蠟）的頭髮，以提升毛髮濕度計的準確度。

## 壹、研究動機

由於每次只要台灣有天災，人民的損失都很慘重，特別是如果剛好在郊外或是山上，突然下起暴雨，一定會讓人措手不及，為此，本組上網搜尋，發現到降雨與濕度有一定程度上的關係，本組決定自製濕度計，來精準的測量濕度。





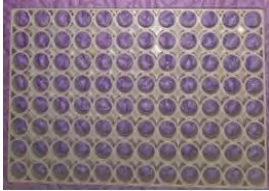



而本組又發現到：每當冬季轉換成春季時，頭髮的髮質狀況會由毛躁變換成柔順，去查詢資料後，發現髮質會跟空氣中所含的水氣多寡有關，因此本組準備來探究頭髮跟空氣濕度的關係，以及自製毛髮濕度計的可行性。查詢資料過後我們發現到市售的毛髮濕度計沒有很準確，於是我們便想利用光槓桿原理進行這次的研究，以增加測量時的準確性。本組運用國中自然與生活科技課本，第三冊第四單元光這單元學到的知識，來對毛髮濕度計加以研究。

## 貳、研究目的

- 一、毛髮濕度計的**自製與改良**
- 二、光槓桿毛髮濕度計**應用可能性評估**
- 三、探討使用**染劑**對於毛髮濕度計之影響
- 四、探討不同**頭髮添加物**對於毛髮濕度計之影響
- 五、探討不同**年齡層**之頭髮製成毛髮濕度計之影響
- 六、第四代縮小版光槓桿毛髮濕度計**應用可能性評估**

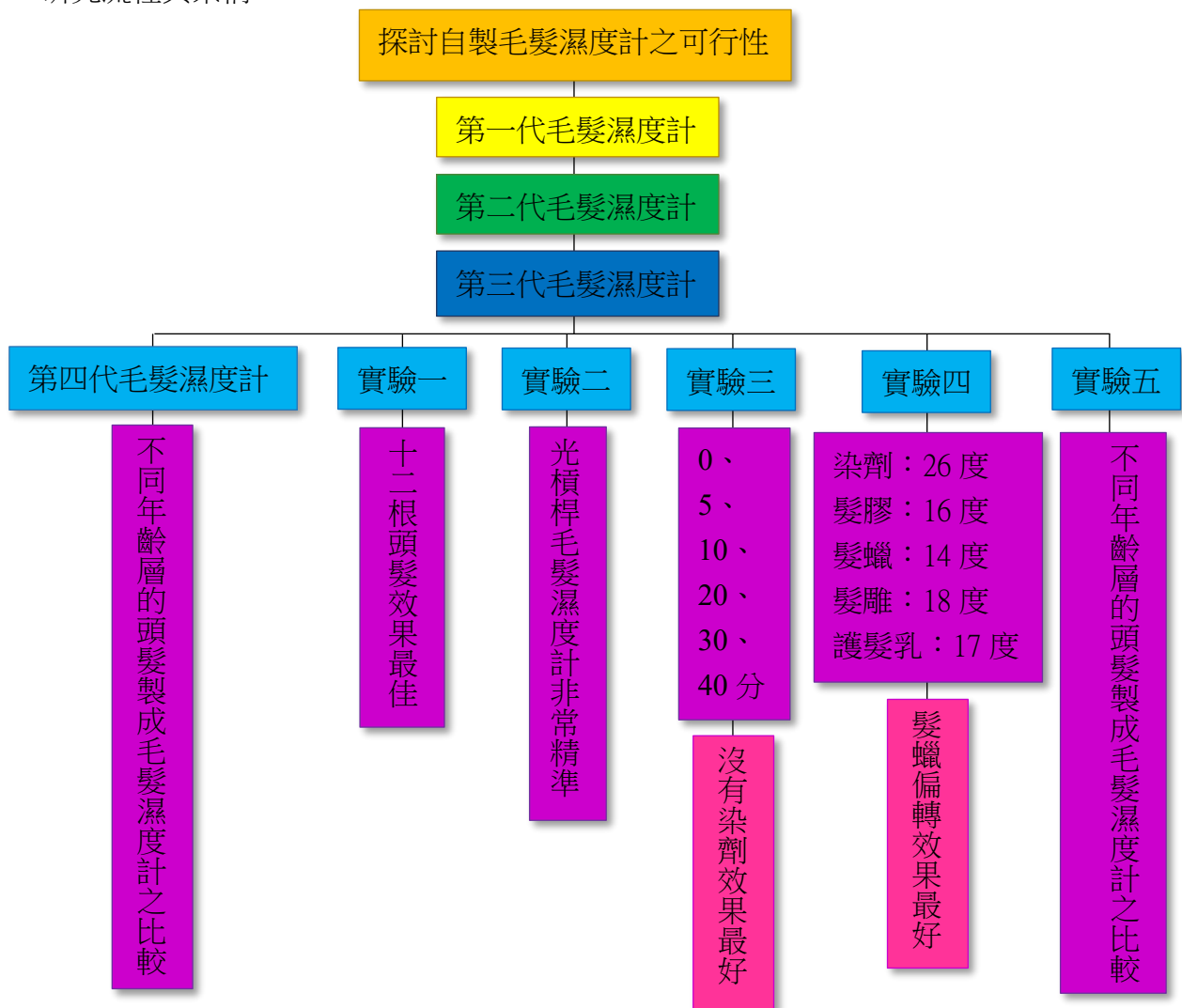
## 參、研究設備及器材

			
圖 1-1 頭髮	圖 1-2 大柱子固定器	圖 1-3 底盤結合器	圖 1-4 自轉軸
			
圖 1-5 長結合鍵	圖 1-6 軸扣	圖 1-7 五孔超長條	圖 1-8 指針
			
圖 1-9 支架	圖 1-10 彈力繩	圖 1-11 透明方格紙	圖 1-12 長方架
			
圖 1-13 髮膠	圖 1-14 頭髮染劑	圖 1-15 塑膠板	圖 1-16 乾果機

			
圖 1-17 髮蠟	圖 1-18 髮雕	圖 1-19 護髮乳	圖 1-20 鉤子滾輪
			
圖 1-21 有孔底盤	圖 1-22 長條	圖 1-23 電子濕度計	圖 1-24 毛髮濕度計

## 肆、研究過程與方法

### 一、研究流程與架構



▲ 圖 2 研究流程圖

## 二、研究方法

### (一) 文獻蒐集

#### 濕度的定義與測量的方式：

(取自維基百科：濕度 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B9%BF%E5%BA%A6>)

濕度一般在氣象學中指的是空氣濕度，它是**空氣中水蒸氣的含量**。空氣中**液態或固態的水不算在濕度中**。不含水蒸氣的空氣被稱為乾空氣。由於大氣中的水蒸氣可以占空氣體積的 0%到 4%，一般在列出空氣中各種氣體的成分的時候是指這些成分在乾空氣中所占的成分。

要表達空氣濕度的高低，有多種可以利用的度量值，包括蒸氣壓、絕對濕度、相對濕度、比濕、露點等。**濕度計可以用來測量濕度**，而濕度是空氣中所含**水汽量多寡的指標**。在溫度相同的情況下，濕度愈大表示空氣中的水汽量愈多。氣溫固定時，空氣所能容納的水汽量是有上限的，此極限量稱為**水汽飽和量**，若水汽達飽和量時，則會凝結成水滴。同樣體積之空氣溫度愈高，能容納之水汽愈多。

若溫度增加 11°C，空氣中能容納水汽之能力約可增加一倍；反之若空氣中水汽含量不變，當其溫度降低至某一程度時，可使未飽和之空氣變成飽和。溫度如繼續下降，能使飽和水汽凝結為霧、雲或雨滴等。

一般市面上常見的濕度計為「**乾濕球濕度計**」、「**電子濕度計**」及「**毛髮濕度計**」：

(取自氣象儀器系列二：濕度計)

#### 乾濕球濕度計 (圖 4)：

利用**兩個電阻式溫度傳感器**，一個測量乾球溫度，一個外面包著濕紗布測量濕球溫度。根據乾球溫度與濕球溫度的差，將電子信號放大，並轉換為濕度讀數。由於測量濕球溫度需要使用水，所以乾濕球濕度計**只能在 0°C 以上環境下運作**。

#### 電子濕度計 (圖 5)：

利用吸濕性高之金屬鹽 (例如氯化鋰、氯化鈣) 的電阻**隨濕度變化製成**。當天氣潮濕時，金屬鹽中水份增加、電阻減少；相反當天氣乾燥時，金屬鹽中水份減少、電

阻增大。利用電阻變化轉換為濕度讀數。

### 毛髮濕度計（圖 6）：

毛髮濕度計的原理很有趣：人類的頭髮長度對濕度相當敏感，毛髮有很多細孔，當大氣中濕度增加時，細孔吸濕而伸長；濕度減小時，細孔放出水汽而收縮，伸縮很有規律。主要原因為：角蛋白間的氫鍵會受到水分子的破壞，使得角蛋白間的分子聚合力下降，使得頭髮伸長。

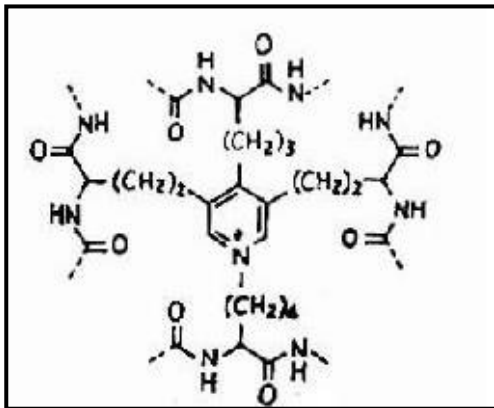


圖 3 角蛋白(keratin)的結構

由圖可以發現角蛋白間具有氫鍵，當鍵結越多時，頭髮便會越緊密，因此當濕度升高時，氫鍵的破壞，將會使得頭髮的伸長。

因此只要以一束脫脂處理後的毛髮，予以固定並經過簡單的方式連結指針，即可加以放大並指示濕度。一般毛髮濕度計有觀測範圍的限制，相對濕度必須在 20% 以上氣溫也必須在 -40°C 以上。毛髮會隨時間而逐漸變化，因此毛髮濕度計需要定期校準或更換毛髮。



圖 4 乾濕球濕度計



圖 5 電子濕度計



圖 6 毛髮濕度計

## (二) 實驗步驟

### 1、毛髮的處理

#### 毛髮的取得：

本組的組員提供自身的長髮，頭髮提供者為 13 歲的國中女性，提供的髮長約為 30 公分。

#### 清洗頭髮及浸泡肥皂水：

毛髮濕度計主要是利用水氣被毛髮吸收，破壞毛髮間的氫鍵，使得毛髮會伸長或是在失去水分時，恢復毛髮間的氫鍵進而縮短頭髮，因此必須經由清洗去除頭髮上的雜質，並且浸泡肥皂水，去除頭髮上的脂質。



**圖 7 頭髮的取得(左圖)與清洗(右圖)**

(1)頭髮的來源為本組研究員，年齡為 13 歲的女性。(2)先清洗頭髮，並浸泡肥皂水去除頭髮上的脂質，避免水氣無法進出頭髮，使得實驗出現誤差。

### 2、第一代毛髮濕度計的製作

本研究中，研究者首先依據科學月刊上介紹製作第一代的毛髮濕度計，製作過程如下方所示：

#### (1) 製作指針：(如圖 8 所示)

將塑膠片切割成**等腰三角形**，前方尖端可做為指針，用來指示受力情形。

#### (2) 固定頭髮：(如圖 9 所示)

將頭髮固定在**塑膠片的上方**，並仔細地捲好在圖釘上。

(3) 增加負重：(如圖 10 所示)

在三角板上黏上硬幣，增加三角板重量，以免三角板掀起。

(4) 完成第一代毛髮濕度計：(如圖 11 所示)

			
<p><b>圖 8</b></p> <p>1、先使用圖釘固定三角板</p>	<p><b>圖 9</b></p> <p>2、再用圖釘使頭髮捲在圖釘上</p>	<p><b>圖 10</b></p> <p>3、在將硬幣固定在三角板</p>	<p><b>圖 11</b></p> <p>4、形成第一代的毛髮濕度計。</p>


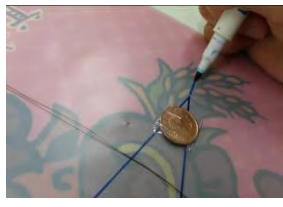
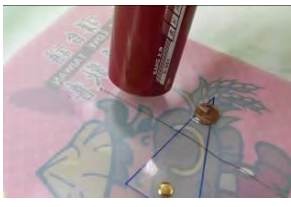

(5) 相對溼度 100%的密閉環境：(如圖 12 所示)

藉著在相對濕度 100%的密閉環境靜置一小時後進行實驗，營造出**濕度 100%**的環境。

(6) 記錄濕度 100%時，毛髮濕度計的指向位置。(如圖 13 所示)

(7) 利用吹風機吹乾：藉著吹風機吹乾，營造出**濕度 50%的環境**。(如圖 14 所示)

(8) 記錄濕度 50%時，毛髮濕度計的指向位置。(如圖 15 所示)

			
<p><b>圖 12</b></p> <p>5、在濕度 100%的密閉環境靜置一小時</p>	<p><b>圖 13</b></p> <p>6、擦乾後，紀錄濕度 100%的角度</p>	<p><b>圖 14</b></p> <p>7、再用吹風機吹乾</p>	<p><b>圖 15</b></p> <p>8、紀錄乾燥後的濕度 50%角度</p>



第一代毛髮濕度計的缺點：研究者使用第一代毛髮濕度計測量濕度後，發現**指針偏轉角度過小，難以準確地測量正確的刻度**；在頭髮的方面，有固定上的困難；增加三角板重量用的硬幣，有可能因重量過重而導致實驗測量不精準。

### 3、第二代毛髮濕度計的製作

研究者觀察第一代毛髮濕度計的測量後，發現指針偏轉角度過小，難以測量，於是進行第二代毛髮濕度計的改良，藉此可以達到最佳的靈敏度。相關設計如下所示：

#### (1) 雙邊毛髮拉動設計：

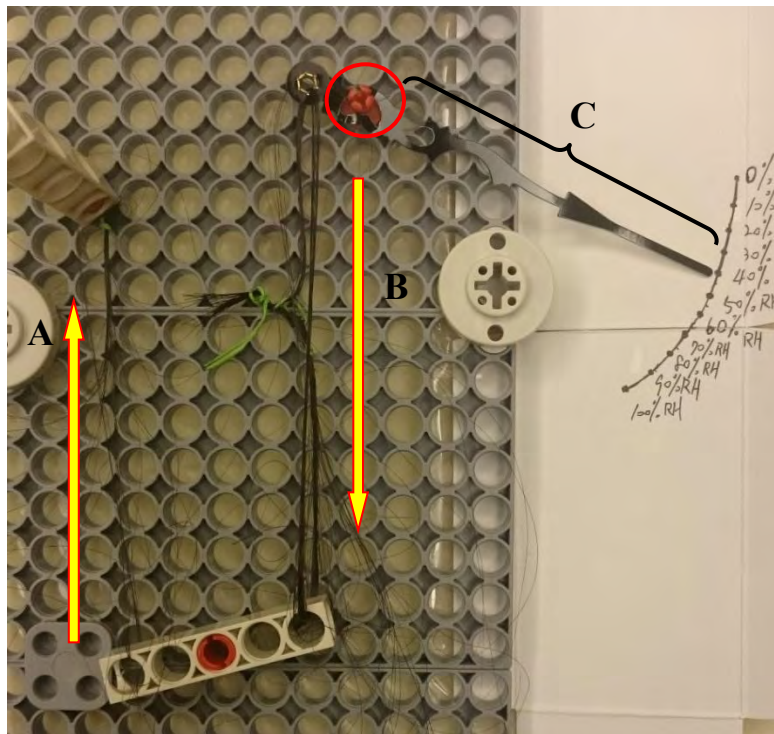
有鑑於第一代毛髮濕度計指針變化不夠顯著，因此研究者將**毛髮改成雙邊拉動設計**（由圖 16 設計），當頭髮因濕度改變時，可以製造**逆時針的力矩**，因此增加角度的變化。

#### (2) 增加指針的重量：

第一代毛髮濕度計中，我們採取黏貼硬幣，增加指針重量的方式，但常常因為**指針過重**，而影響毛髮濕度計轉動的情形。在第二代中，我們直接採用較重的鉤子滾輪，並經過檢驗，可以找出最佳適宜的重量，取得**指針穩定與過重間的平衡**。

#### (3) 利用支點造成槓桿：

利用支點製造不同的力臂，放大指針移動距離，使得定位濕度能夠更便利。



**圖 16 第二代毛髮濕度計結構**

(1) 此毛髮濕度計是研究者改良製造，利用雙邊的毛髮結構(A 與 B 處)製造一個逆時針力矩，放大濕度變化對指針的影響。(2) 藉著支點的設計(紅圈處)：製造不同的力臂長度，放大指針的移動距離，方便進行定位。

第二代毛髮濕度計缺點：因是採用雙邊式拉動進而產生逆時針力矩，而兩撮頭髮位置不同，所以濕度也不盡相同，小小的偏差就會使實驗結果有顯著的差距；實驗儀器與記錄的厚紙板有些許距離的差距，可能會造成紀錄上的偏差；量角器的角度位置不容易固定。

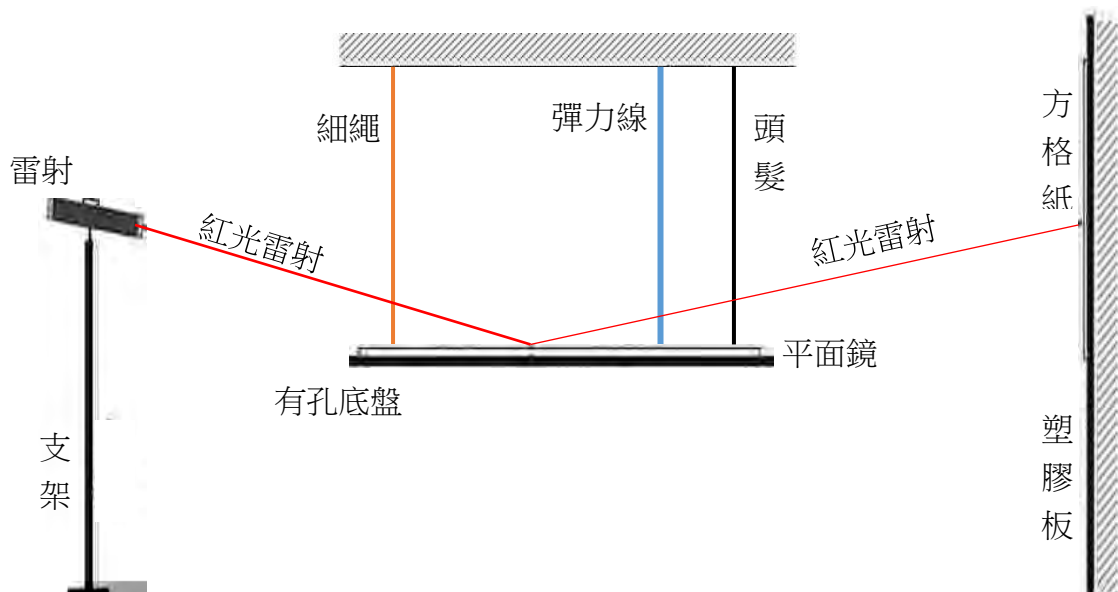
### (三) 第三代光槓桿毛髮濕度計

研究者觀察前兩代毛髮濕度計的缺點後，決定使用光槓桿原理進行第三代光槓桿毛髮濕度計的改良，藉此可以達到最佳的靈敏度。

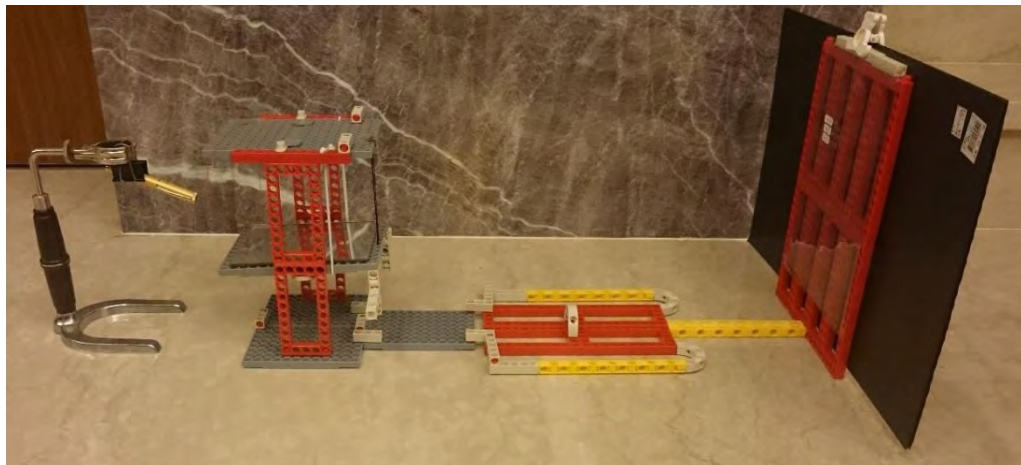
製作說明：先準備支架及固定雷射筆，準備細繩並把他和有孔底盤的交界當作支點。

因為裝有彈力線，所以頭髮並不會出現斷裂、設備崩塌的情形，加上只有一

撮頭髮，所以並不會有不同地點及不同濕度的影響。並藉由雷射筆的反射光來紀錄實驗的結果。



▲ 圖 17-1 光槓桿毛髮濕度計簡易側視



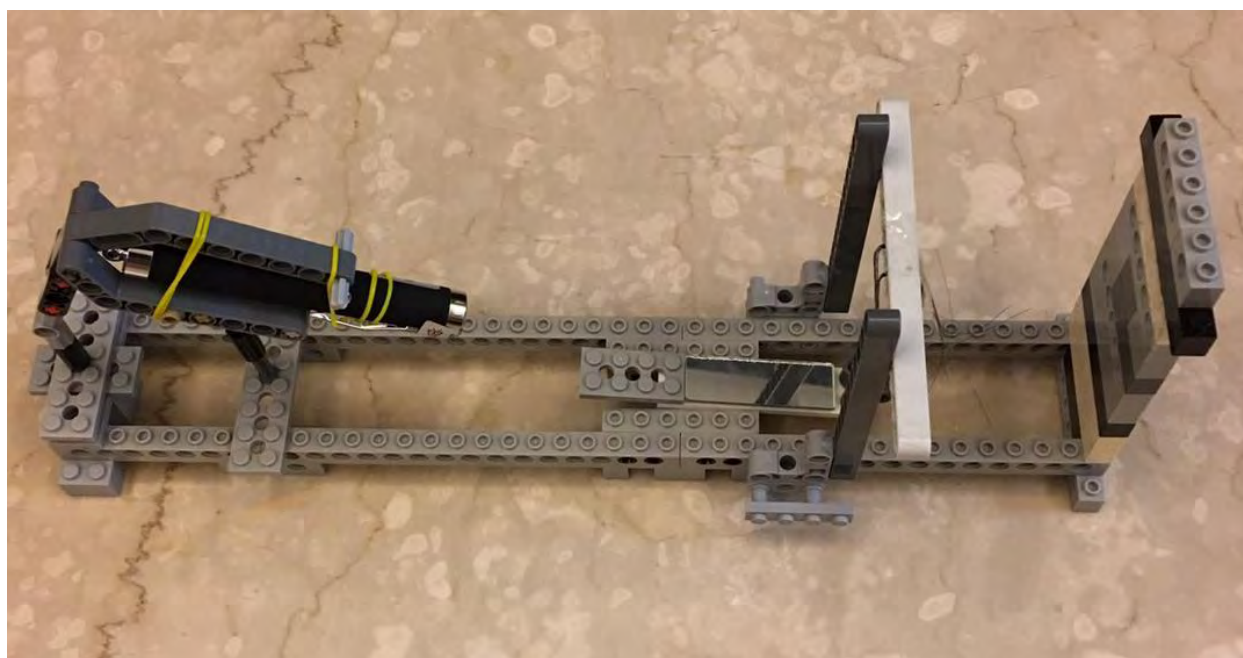
▲ 圖 17-2 光槓桿毛髮濕度計實體圖

第三代毛髮濕度計優點：因本組使用**光槓桿原理**，所以雷射光反射後，**偏轉角度會放大為兩倍**，大幅增加實驗的準確度。

#### (四) 第四代縮小版光槓桿毛髮濕度計

研究者觀察光槓桿毛髮濕度計的缺點：**體積過大**，需要**較長的頭髮**，增加不便利性後，決定製作縮小版的毛髮濕度計進行第四代的改良，藉此可以增加毛髮濕度計使用的便利性。


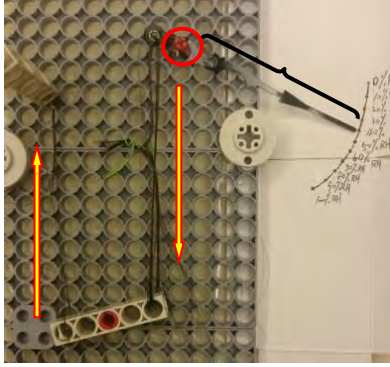
製作說明：運用光槓桿原理，為第三代光槓桿毛髮濕度計的縮小版，且由於距離縮短，因此可使用**較短的毛髮**製作濕度計，原第三代所需髮長為 30 公分，而第四代縮小版，只需要 **18 公分**。



▲ 圖 18 第四代縮小版光槓桿毛髮濕度計實體圖

第四代毛髮濕度計優點：雖然頭髮長度縮短到 18 公分，且本組是使用**對折式**，若毛髮濕度計能進階到不需對折即能固定，想必未來人手一拔就能製成毛髮濕度計。

第一、二、三、四代毛髮濕度計之比較

	第一代	第二代
儀器圖片		
優點	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 儀器小</li> <li>2. 易攜帶</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 採用雙邊拉動設計放大偏轉角度</li> <li>2. 逆時針力矩</li> </ol>
缺點	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 指針偏轉角度過小</li> <li>2. 固定上的困難</li> <li>3. 重量過重導致實驗測量不精準。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 兩撮頭髮位置不同</li> <li>2. 實驗儀器與記錄的厚紙板有些許距離的差距</li> <li>3. 量角器的角度位置不容易固定。</li> </ol>

	第三代	第四代
儀器圖片		
優點	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 光槓桿原理</li> <li>2. 偏轉角度會放大為兩倍</li> </ol>	距離縮短，因此可使用較短的毛髮製作濕度計
缺點	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 儀器太大</li> <li>2. 攜帶不便</li> <li>3. 頭髮採對折式</li> </ol>	頭髮採對折式，若是想使用男性較短的頭髮還有改進的空間

## (五) 環境濕度的設定

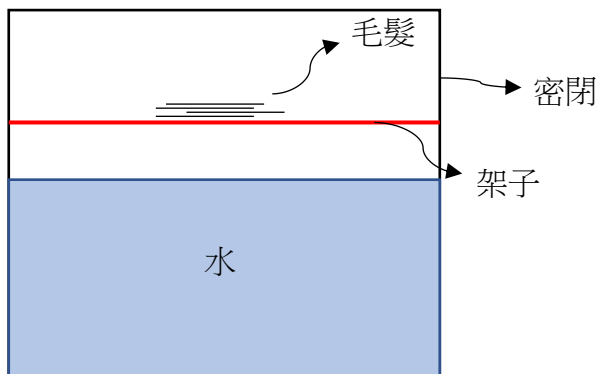
本研究著重在毛髮濕度計對於濕度的測量，因此研究者必須先針對環境濕度進行定義，已確定測量的標準，並減少誤差的產生。

### 1. 環境濕度 100% 的設置：

本研究環境濕度 100% 的設置是採取把毛髮濕度計放在充滿水的密閉容器上方，經過一小時的放置後。本組將毛髮濕度計指針的位置定義為環境濕度 100%。

### 2. 環境濕度 50% 的設置：

為了讓環境濕度 50% 可以控制的更好，本組摒除第一代時採用吹風機吹乾的方式，本組改用乾果機，本組將毛髮濕度計放置於乾果機中，設定溫度為 70°C，持續烘乾 30 分鐘隨後取出，將指針所指的位置定義為濕度 50%。



▲ 圖 19-1



▲ 圖 19-2

### 圖 19 環境濕度的設置：濕度 100%(圖 19-1)與環境濕度 50%(圖 19-2)

(1)環境濕度 100%：將毛髮濕度計放置在含水的環境中一小時，上方覆蓋塑膠盒維持濕度。(2)環境濕度 50%：將毛髮濕度計置於乾果機中，溫度設定為 70°C，烘乾 30 分鐘後取出。

## 伍、研究結果

### 實驗一 毛髮濕度計的自製與改良

#### (一)、實驗結果：

##### 1. 毛髮濕度計需要多少根頭髮進行製作：

本研究可以發現：製作頭髮濕度計時，可以利用約 12 根頭髮的數量製作，可以達到最佳的偏轉效果（如圖 20 所示）。在前半段時，**的確隨著頭髮的數量越多，偏轉角度也逐漸增大**，但是在 12 根頭髮時，達到最大的偏轉角度；隨後增加頭髮數量，也沒有偏轉也沒有逐漸增大的現象。

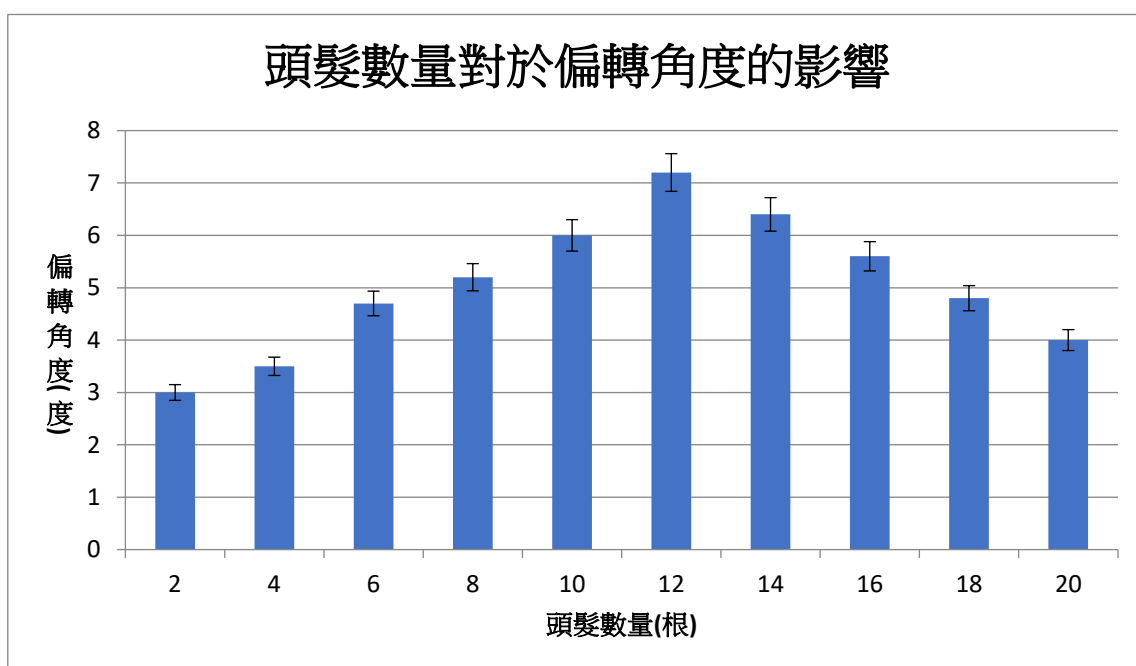


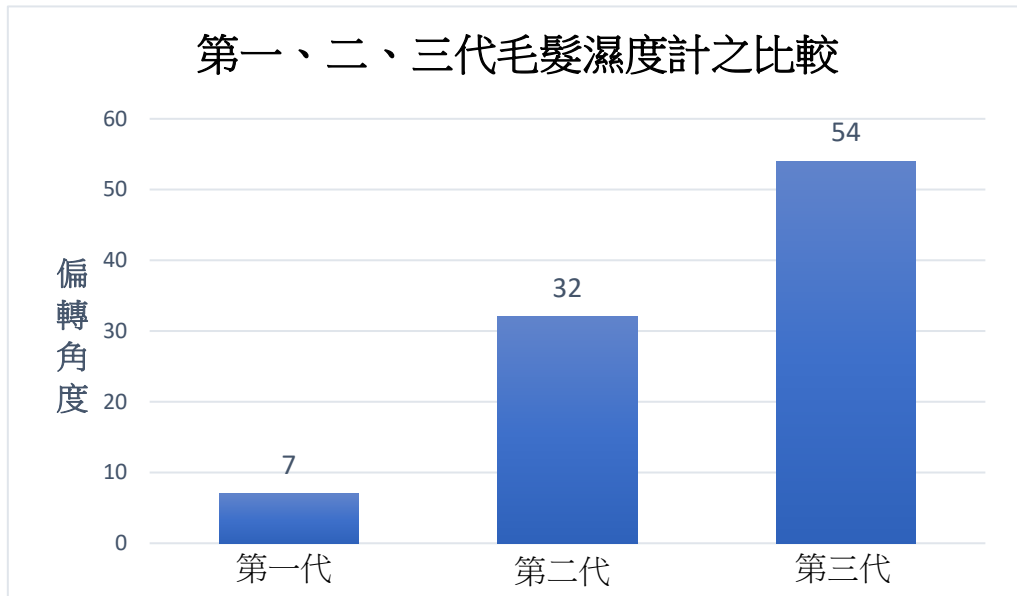
圖 20 頭髮數量對於偏轉角度的影響

可以觀察到隨著頭髮數量的增加，偏轉角度也隨著增大；但是在第 12 根頭髮時達到最大，因此**以 12 根頭髮製作濕度計最佳**。

##### 2. 第一代、第二代與第三代毛髮濕度計的比較：

由上一個實驗得知，以 12 根頭髮伸長量最大，於是本組便利用 12 根頭髮製作濕度計，分別設計第一代毛髮濕度計與第二代毛髮濕度計，進行偏轉角度的研究，**偏轉角度的定義為：濕度 100%與濕度 50%，兩者間的角度差距**。實驗數據如下圖 21 所示。由數據可以推得：在同樣一束為 12 根頭髮的濕度計

中，第二代濕度計的偏轉角度為 32 度，而第一代濕度計僅有 7 度，**第二代為第一代的 4.57 倍**。本組觀察到第二代毛髮濕度計誤差值仍然非常大，並進行研究改良，運用光槓桿的原理，製作第三代的光槓桿毛髮濕度計，希望能減少誤差值。



**圖 21 第一、二、三代毛髮濕度計之比較**

由上圖可以發現第二代濕度計的偏轉角度較大，為第一代的 4.57 倍。且也可得知第三代濕度計的偏轉角度較大，為第二代的 1.7 倍，因此使用改良過的第三代毛髮濕度計，是個比較好的選擇。

## 實驗二 光槓桿毛髮濕度計應用可能性評估

### (一)、實驗結果

#### 是否使用光槓桿能夠減少實驗誤差：

本研究可以發現：當在一個 50%RH 的環境下，與 80%RH 的環境下比較結果相差了 1.2 公分；當在一個 80%RH 的環境下，與 100%RH 的環境下比較結果相差了 0.8 公分。也就是說，1.2 公分：0.8 公分=3：2 相當於 50%RH 與 80%RH 之差距：80%RH 與 100%RH 之差距=3：2。且在雷射筆到鏡子的三個不同距離 194 公分、65 公分、130 公分的濕度刻度上下距離比也皆為 3：2。這樣的結果印證了此實驗的準確度。



表 1 不同濕度下毛髮濕度計偏轉角度

濕度 (%)	0	14	21	27	33	36	45	47
偏轉角度 (度)	0	7.6	10.8	11.8	20.2	20.8	27.7	27.9
濕度 (%)	49	55	59	64	72	84	100	
偏轉角度 (度)	28.1	28.6	29.2	31.2	33.9	40.5	54	

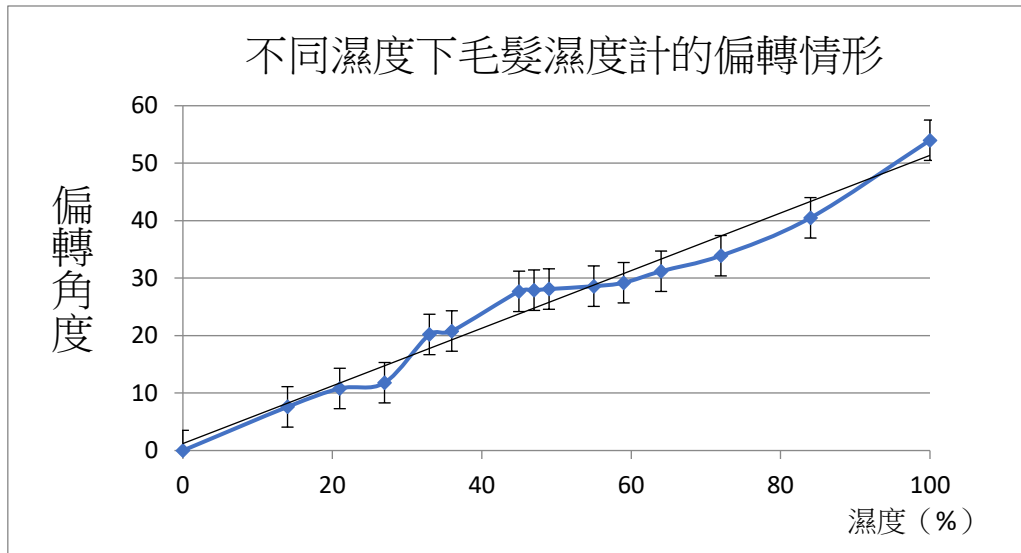


圖 22 不同濕度下毛髮濕度計偏轉情形

由上圖可以發現不同濕度下毛髮濕度計的偏轉情形幾乎是筆直的成長由此可知：濕度愈大偏轉角度愈大，濕度愈小偏轉角度愈小

### 實驗三 探討使用染劑對於毛髮濕度計之影響

#### (一)、實驗設計

本部份研究著重使用染劑對於毛髮濕度計是否造成差異，為了讓實驗變因可以達到更好的控制，我們採取伸長量最大的 12 根頭髮，表 2 為本實驗的研究控制。

表 2 「染劑對毛髮濕度計之研究」研究變因表

操縱變因	應變變因	控制變因
浸泡染劑時間的不同	毛髮濕度計偏轉情形	皆使用 12 根頭髮製作毛髮濕度計 皆浸泡同樣的染劑 浸泡染劑的體積皆一樣 皆在同濕、同溫的環境中

## (二)、實驗結果

由實驗可以得知：完全沒有染過的頭髮，所製作的毛髮濕度計偏轉效果最好，偏轉角度最大。隨著**浸泡時間的增加**，可以發現**偏轉角度也隨之縮小**，如圖 23 所示。當浸泡時間達到 40 分鐘時，偏轉角度僅剩下 24 度，比起沒有浸泡染劑所製成的毛髮濕度計，偏轉角度僅剩下 75%。因此可以證明：**使用染劑後的頭髮較不適合拿來製作毛髮濕度計**。

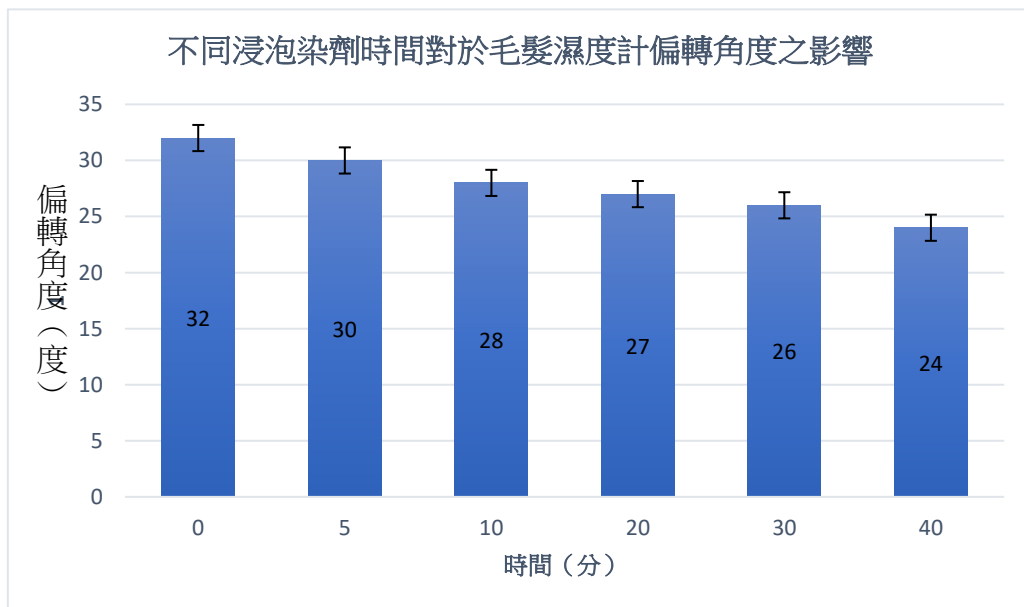


圖 23 不同浸泡染劑時間對於毛髮濕度計之影響

實驗結果可以得知：隨著浸泡染劑的時間增加，將會使得毛髮濕度計的偏轉角度下降，使得毛髮濕度計失去靈敏。

## 實驗四 探討不同頭髮添加物對於毛髮濕度計之影響

### (一)、實驗設計

本部份研究著重測試不同的頭髮添加物是否會對毛髮濕度計的偏轉造成差異，為了讓實驗變因可以達到更好的控制，表 3 為本實驗的研究控制。

表 3 「不同頭髮添加物對毛髮濕度計偏轉情形之研究」研究變因表

操縱變因	應變變因	控制變因
浸泡添加物的不同	毛髮濕度計偏轉情形	皆使用 12 根頭髮製作毛髮濕度計 浸泡添加物的體積皆一樣 測量濕度皆為 50%與 100% 皆在同溫、同濕的環境中

### (二)、實驗結果

由實驗結果可以得知：**不同頭髮添加物對於毛髮濕度計偏轉角度影響不同**，相關數據如下—染劑：26 度；髮膠：16 度；髮蠟：14 度；髮雕：18 度；護髮乳：17 度，其中**髮蠟造成偏轉角度最小**，僅有對照組的 43.75%，從數據也可以發現成分越接近**蠟質的添加物**，例如：髮膠及髮蠟。

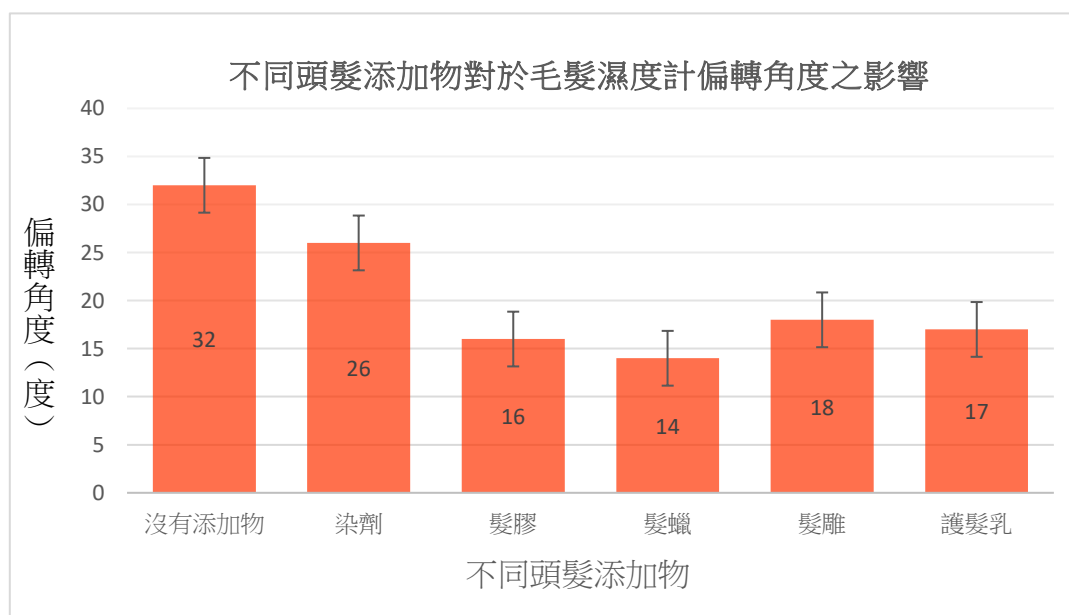


圖 24 不同頭髮添加物對於毛髮濕度計偏轉角度之影響

實驗結果可以得知：不同添加物對毛髮濕度計的影響也不相同，其中髮蠟對於偏轉角度影響最大，我們推測可能受到髮蠟為蠟質的影響。

## 實驗五 探討不同年齡層之頭髮製成毛髮濕度計之影響

### (一)、實驗設計

本部份研究著重測試不同年齡層的頭髮若製成毛髮濕度計，是否會對毛髮濕度計的偏轉造成差異，為了讓實驗變因可以達到更好的控制，表 4 為本實驗的研究控制。

表 4 「不同年齡層之頭髮製成毛髮濕度計偏轉情形之研究」研究變因表

操縱變因	應變變因	控制變因
頭髮年齡層不同	毛髮濕度計偏轉情形	皆使用 12 根頭髮製作毛髮濕度計 測量濕度皆為 50%與 100% 皆在同溫、同濕的環境中

### (二)、實驗結果

本研究可以發現：年齡越輕的頭髮偏轉角度越大，較不會產生誤差，而不論是哪個年齡層的頭髮，偏轉轉角度比皆為 3：2，可見其實不同年齡層的頭髮製成毛髮濕度計的偏轉角度比都是相同的，而年齡越輕的頭髮較不會產生誤差。

濕度 \ 年齡層	50%RH~80%RH	80%RH~100%RH	偏轉角度比
0~10 歲	1.8 公分	1.2 公分	3：2
10~20 歲	1.5 公分	1.0 公分	3：2

20~30 歲	1.2 公分	0.8 公分	3 : 2
30~40 歲	0.9 公分	0.6 公分	3 : 2
40~50 歲	0.6 公分	0.4 公分	3 : 2
50~60 歲	0.3 公分	0.2 公分	3 : 2

**表 5 不同年齡層之頭髮製成毛髮濕度計之影響**

由上表可以得知：不論是哪個年齡層，偏轉角度比皆為 3 : 2

## 實驗六 第四代縮小版光槓桿毛髮濕度計應用可能性評估

### (一)、實驗設計

本部份研究主要是探討實驗器材縮小，與頭髮長度變短是否會使毛髮濕度計的偏轉造成差異，因此本組使用實驗五的實驗，以不同年齡層之頭髮來進行第四代光槓桿毛髮濕度計應用可能性評估的實驗，表 5 為本實驗的研究控制。

**表 5 「第四代縮小版光槓桿毛髮濕度計偏轉情形之研究」研究變因表**

操縱變因	應變變因	控制變因
頭髮年齡層不同	毛髮濕度計偏轉情形	皆使用 12 根頭髮製作毛髮濕度計 測量濕度皆為 50%與 100% 皆在同溫、同濕的環境中

### (二)、實驗結果

本研究可以發現：年齡越輕的頭髮偏轉角度越大，較不會產生誤差，而不論是哪個年齡層的頭髮，偏轉轉角度比皆為 3 : 2 。

濕度 年齡層	50%RH~80%RH	80%RH~100%RH	偏轉角度比
0~10 歲	0.6 公分	0.4 公分	3 : 2
10~20 歲	0.6 公分	0.4 公分	3 : 2
20~30 歲	0.3 公分	0.2 公分	3 : 2
30~40 歲	0.3 公分	0.2 公分	3 : 2
40~50 歲	0.3 公分	0.2 公分	3 : 2
50~60 歲	0.3 公分	0.2 公分	3 : 2

**表 6 第四代縮小版光槓桿毛髮濕度計偏轉情形之研究**

由上表可以得知：第四代的效果其實跟第三代一樣好，只是因為偏轉角度較小，因此實驗誤差的可能性會增大

## 陸、討論

### 一、毛髮濕度計的自製與改良

本研究嘗試製作出較為靈敏的毛髮濕度計，能夠在不同的濕度下，有著比較明顯的伸長量。在實驗一中，本組先測試需要多少根的頭髮來製作毛髮濕度計，接著進行毛髮濕度計的改良，本組使用光槓桿原理減少毛髮濕度計的誤差值。

(一) 本研究著重在如何製作出更靈敏的毛髮濕度計，因此本組觀察到第一代毛髮濕度計的缺點，指針偏轉角度過小後，便動身製作第二代毛髮濕度計，本組把第二代毛髮濕度計設計成可以以雙邊拉動的方式，可以產生**逆時針的力矩**，因此相較於第一代毛髮濕度計，可以放大偏轉角度。

(二) 而本組組員想到，可利用光槓桿原理放大偏轉角度，因此，設計了第三代光槓桿毛髮濕度計，是否可以利用光槓桿的原理，使實驗的誤差減少，來使實驗更加準確。

## 二、光槓桿毛髮濕度計應用可能性評估

本實驗的目的為探討光槓桿毛髮濕度計是否能夠應用在日常生活中，並且針對光槓桿毛髮濕度計進行測量濕度的校正與標準化，最後進行光槓桿毛髮濕度計實際應用的可能性分析。

(一) 由於此實驗是運用光槓桿的原理來製作第三代的毛髮濕度計，因此可藉著**鏡子到透明板的遠近**，增加實驗準確度，而若是雷射光反射到較遠處，或者反射較多次，則實驗會較為準確。

(二) 為何光槓桿毛髮濕度計較為準確

1. 只使用了一**撮頭髮**來使角度偏轉，與第二代毛髮濕度計使用兩撮頭髮來產生逆時針力矩的方式比較起來精準了多，並不會有兩撮頭髮濕度不同，而使實驗產生誤差值的顧慮。
2. 因為第三代毛髮濕度計使用了光槓桿原理，所以當雷射光藉由鏡子反射到透明板後，**偏轉角度會放大為原來的兩倍**，大幅降低實驗的誤差值。

## 三、探討使用染劑對於毛髮濕度計之影響：

由於近來許多人會使用染劑對頭髮進行染色，而毛髮濕度計又是由頭髮製成，因此本實驗主要是探討使用染劑是否影響毛髮濕度計的偏轉情形，觀察在不同染劑浸泡的時間下，對於毛髮濕度計的偏轉是否產生影響？

- (一) 浸泡染劑**時間越長**，毛髮濕度計的**偏轉角度越小**。
- (二) **完全沒有使用染劑染過的頭髮**，所製作的毛髮濕度計偏轉效果最好，偏轉角度最大。
- (三) 使用染劑染過的頭髮後較不適合拿來製作毛髮濕度計，因為**使用染劑會破壞頭髮**，使頭髮不再適合製作毛髮濕度計。
- (四) 不再適合製作毛髮濕度計可能的原因為染劑中的化學分子**破壞頭髮中角蛋白的分子結構**，例如：**雙硫鍵**，使得角蛋白結構被破壞分解，由於**蛋白分子的分離**，使得氫鍵變得更弱。

#### 四、探討不同頭髮添加物對於毛髮濕度計之影響：

上一個實驗中，我們發現使用染劑會破壞毛髮濕度計的準確度，因此在本實驗中，我們將探討不同的頭髮添加物是否對毛髮濕度計的偏轉情形產生影響？

##### （一）不同頭髮添加物對於毛髮濕度計偏轉角度影響不同

我們推測的原因是：**油脂類的添加物**，例如：髮膠及髮蠟等。可能會阻塞毛髮上的細孔，使得水分無法順利滲入毛髮中，因此**水分無法弱化角蛋白中氫鍵的作用**，造成偏轉角度的變化不明顯。

（二）在製作毛髮濕度計時，對於使用頭髮前的處理應該更徹底，甚至可以浸泡肥皂水或是清潔劑等，將**頭髮表面油脂與添加物乳化的物質**，並且建議延長實驗前頭髮的處理時間，使處理得更徹底，讓毛髮濕度計的變化能夠更顯著，未來的研究者也可以往這方面進行延伸以及探討。

#### 五、探討不同年齡層之頭髮製成毛髮濕度計之影響：

本研究主要是在探討，若使用不同年齡層的頭髮製成毛髮濕度計，是否會對毛髮濕度計的偏轉情形造成影響。

- （一）由於此實驗使用不同年齡層的頭髮，因此每個年齡層之頭髮所造成之偏轉效果皆不盡相同，但**偏轉角度比皆為 3：2**，我們推論：造成每個年齡層之頭髮偏轉效果皆不一樣的原因可能是因為，年齡越輕者，頭髮所含的**氫鍵量越多**，氫鍵跟氫鍵間的連結較緊密，則比較容易**放大邊轉角度**，降低實驗誤差；年齡較大者，頭髮所含的氫鍵量較少，因此氫鍵跟氫鍵間的連結較不緊密，偏轉角度就會較小。
- （二）由於本組在蒐集頭髮時發現到，若是**所需要的頭髮太長**會造成很多不方便處，因此，本組組員決定把**儀器縮小**，讓它更精簡化，這樣在我們也增加使用在日常生活中得便利性。

#### 六、第四代縮小版光槓桿毛髮濕度計應用可能性評估

本實驗的目的為探討縮小版的光槓桿毛髮濕度計應用在**日常生活中**是否能夠更便利，



並且針對第四代縮小版光槓桿毛髮濕度計進行測量濕度的校正與標準化，最後進行縮小版光槓桿毛髮濕度計實際應用的可能性分析。

- (一) 此實驗是使用不同年齡層的頭髮來進行實驗，因此本組便與第三代毛髮濕度計進行比較，發現到：不論第三代還是第四代，在**不同年齡層之偏轉角度比中都是相同的**，因此也可以驗證，雖然第四代為縮小版，但效果也是頗為精準的。
- (二) 第四代為第三代的縮小版，因此使用的頭髮長度較短，再加上效果與第三代是相同的，所以這個儀器的精簡化也增加了在日常生活中使用毛髮濕度計的**便利性**。

## 柒、結論與未來展望

### 一、毛髮濕度計的自製與改良

根據我們的研究結果所示：經過改良的第二代毛髮濕度計，因具有兩側的頭髮拉動，造成逆時針的力矩作用，因此比起單側拉動的第一代濕度計效果更加顯著，**第二代濕度計的效果為第一代的 4.57 倍**；而光槓桿毛髮濕度計，由於是採取反射光投射的原理，因此誤差值變的更少，**第三代毛髮濕度計效果為第二代毛髮濕度計的約 1.7 倍**，可見我們毛髮濕度計的改良一代比一代還要能更精準的測量濕度。

### 二、光槓桿毛髮濕度計應用可能性評估

根據我們研究結果所示：光槓桿毛髮濕度計的**誤差值是一般濕度計的二分之一倍**，可以大幅減少實驗的誤差，所以使用光槓桿毛髮溼度計來測量濕度是可行的。假使光線反射次數增加，偏轉角度也會增加，儀器也可以更精巧。

### 三、探討使用染劑對於毛髮濕度計之影響：

隨著浸泡時間的增加，可以發現偏轉角度也隨之縮小。當浸泡時間達到 40 分鐘時，偏轉角度僅剩下 24 度，比起沒有浸泡染劑所製成的毛髮濕度計，偏轉角度僅剩下 75%。因此可以證明：**使用染劑後的頭髮較不適合拿來製作毛髮濕度計**。

#### 四、探討不同頭髮添加物對於毛髮濕度計之影響：

由實驗結果可以得知：不同頭髮添加物對於毛髮濕度計偏轉角度影響不同，相關數據如下---染劑：26 度；髮膠：16 度；髮蠟：14 度；髮雕：18 度；護髮乳：17 度，其中髮蠟造成偏轉角度最小，僅有對照組的 43.75%。因此可以證明：使用頭髮添加物後的頭髮較不適合拿來製作毛髮濕度計。

#### 五、探討不同年齡層之頭髮製成毛髮濕度計之影響

由實驗結果可得知：不同年齡層之頭髮對於毛髮濕度計偏轉效果影響皆不相同，且年齡越輕的頭髮偏轉較度越大、偏轉效果越好，偏轉效果比皆為 3：2，可見其實不同年齡的頭髮製成毛髮濕度計，對於偏轉角度是不會有影響的。

#### 六、第四代縮小版光槓桿毛髮濕度計應用可能性評估

由實驗結果可得知：第三代及第四代毛髮濕度計的效果都是相同的，但第四代的毛髮還是需要 18 公分，正常男性的頭髮無法達到，因此本組也希望能夠繼續精簡我們的毛髮濕度計，希望能做到，人手一拔即能測量的境界。

他組作品與本組作品比較差異表：

他組缺點		本組優點
2008 高雄市第 48 屆中小學科學展覽會 「以光槓桿探討毛髮伸長量與濕度的關係」	光槓桿毛髮濕度計體積太大	使用三種毛髮濕度計進行實驗、使用浸泡染劑的時間長短進行實驗、使用不同頭髮添加物進行實驗
中華民國第四十七屆中小學科學展覽會 「轉吧!毛髮濕度計」	使用雙側拉動的逆時針力矩製作的毛髮濕度計重量太重	製作了更先進的光槓桿毛髮濕度計、使用浸泡染劑的時間長短進行實驗、使用不同頭髮添加物進行實驗

## 捌、參考資料

一、康軒版自然與生活科技第三冊第四單元光與聲音

二、張育慈等，轉吧！毛髮濕度計，96 年第 47 屆中小學科學展覽會高中組化學科

三、高雄市第 48 屆中小學科學展覽會作品說明書 以光槓桿探討毛髮伸長量與溼度的關係

四、網路資料：

1、維基百科：濕度計

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%BF%95%E5%BA%A6%E8%A8%88>

2、維基百科：濕度

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B9%BF%E5%BA%A6>

3、測量濕度的工具-教育大市集

[https://market.cloud.edu.tw/content/senior/earth/yl\\_ld/content/6-3/tool.htm](https://market.cloud.edu.tw/content/senior/earth/yl_ld/content/6-3/tool.htm)

## 【評語】 030816

1. (1)讓參與學生了解濕度計的原理及量測方法；(2)讓參與學生了解光槓桿原理及其應用。
2. 以簡易的裝置結合光槓桿原理，自製毛髮濕度計，有清楚的實驗設計理念，實驗結果，也有條理的探討。
3. 自製毛髮濕度計與其他科展作品有簡單的比較，如能與常見的毛髮濕度計進行分析比較，會更能呈顯其價值。
4. 研究很有創意又能引發學生的理解。
5. 分析很可行，能夠探究較佳的溼度計及製作時注意事項。
6. 頭髮年齡隨年齡偏轉角度都一樣？可以再探討。
7. 研究內容如能系統化探討，將會更佳。
8. 與過往作品比較，製作出較小體積之光槓桿毛髮溼度計。
9. 探討不同染髮劑對於濕度量測之影響。
10. 實驗內容完整。

作品海報

## 壹、研究動機







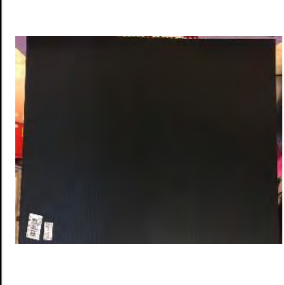



由於每次只要台灣有天災，人民的損失都很慘重，特別是如果剛好在郊外或是山上，突然下起暴雨，一定會讓人措手不及，為此，本組上網搜尋，發現到降雨與濕度有一定程度上的關係，本組決定自製濕度計，來精準的測量濕度。

而本組又發現到：每當冬季轉換成春季時，頭髮的髮質狀況會由**毛躁變換成柔順**，去查詢資料後，發現髮質會跟空氣中所含的水氣多寡有關，因此本組準備來探究頭髮跟空氣濕度的關係，以及自製毛髮濕度計的可行性。查詢資料過後我們發現到市售的毛髮濕度計沒有很準確，於是我們便想利用**光槓桿原理**進行這次的研究，以增加測量時的準確性。

## 貳、研究目的

- 一、毛髮濕度計的**自製與改良**
- 二、光槓桿毛髮濕度計**應用可能性評估**
- 三、探討使用**染劑**對於毛髮濕度計之影響
- 四、探討不同**頭髮添加物**對於毛髮濕度計之
- 五、探討**不同年齡層**之頭髮製成毛髮濕度計之影響
- 六、第四代縮小版光槓桿毛髮濕度計**應用可能性評估**

## 參、研究設備與器材

				
頭髮 (圖一)	染劑 (圖二)	髮蠟 (圖三)	髮膠 (圖四)	髮雕 (圖五)
				
護髮乳 (圖六)	塑膠板 (圖七)	乾果機 (圖八)	毛髮溼度計 (圖九)	電子濕度計 (圖十)

## 實驗步驟：

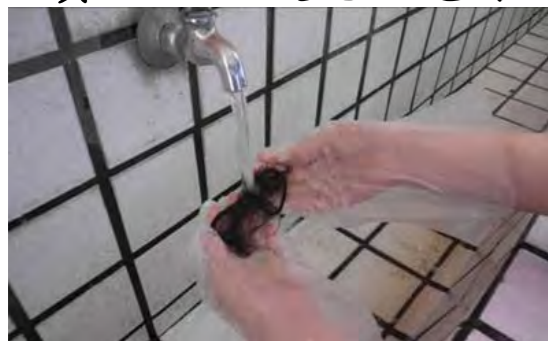
### 1、毛髮的處理

#### 毛髮的取得：

本組的組員提供自身的長髮，頭髮提供者為13歲的國中女性，提供的髮長約為30公分。

#### 清洗頭髮及浸泡肥皂水：

毛髮濕度計主要是利用**水氣被毛髮吸收**，破壞毛髮間的**氫鍵**，使得毛髮會**伸長**或是在失去水分時，恢復毛髮間的**氫鍵**進而**縮短頭髮**，因此必須經由清洗去除頭髮上的雜質，並且浸泡肥皂水，去除頭髮上的脂質。


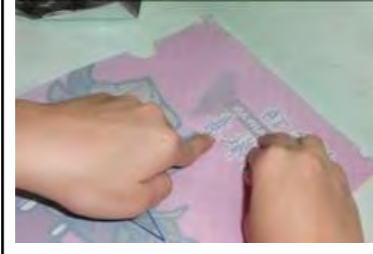

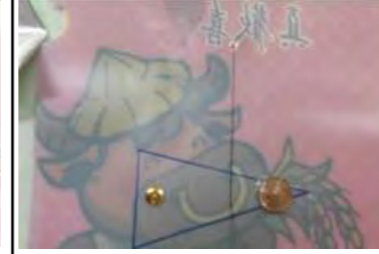

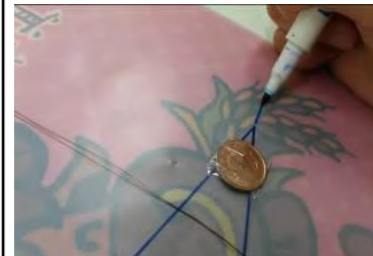
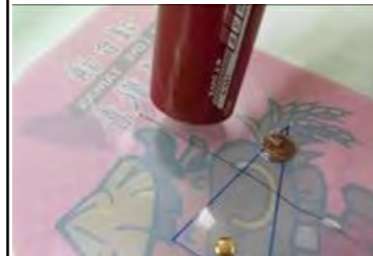



#### 頭髮的取得(圖16)與清洗(圖17)

- (1) 頭髮的來源為本組研究員，年齡為13歲的女性。
- (2) 先清洗頭髮，並浸泡肥皂水去除頭髮上的脂質，避免水氣無法進入頭髮，使得實驗出現誤差。

### 2、第一代毛髮濕度計的製作

本研究中，研究者首先依據科學月刊上介紹製作第一代的毛髮濕度計，製作過程如下方所示：

			
1. 先使用圖釘固定三角板 (圖18)	2. 再用圖釘使頭髮捲在圖釘上 (圖19)	3. 在將硬幣固定在三角板上 (圖20)	4. 形成第一代的毛髮濕度計 (圖21)
			
5. 再浸泡至水中，靜置一天 (圖22)	6. 擦乾後，記錄濕度100%的角度 (圖23)	7. 再用吹風機吹乾 (圖24)	8. 紀錄乾燥後的濕度0%的角度 (圖25)

**第一代毛髮溼度計的缺點：**研究者使用第一代毛髮濕度計測量濕度後，發現**指針偏轉角度過小**，難以準確地測量正確的刻度；在頭髮的方面，有固定上的困難；增加三角板重量用的硬幣，有可能因**重量過重**而導致實驗測量不精準。

### 3、第二代毛髮濕度計的製作

研究者觀察第一代毛髮濕度計的測量後，發現指針偏轉角度過小，難以測量，於是進行第二代毛髮濕度計的改良，藉此可以達到最佳的靈敏度。相關設計如下所示：

#### (1) 雙邊毛髮拉動設計：

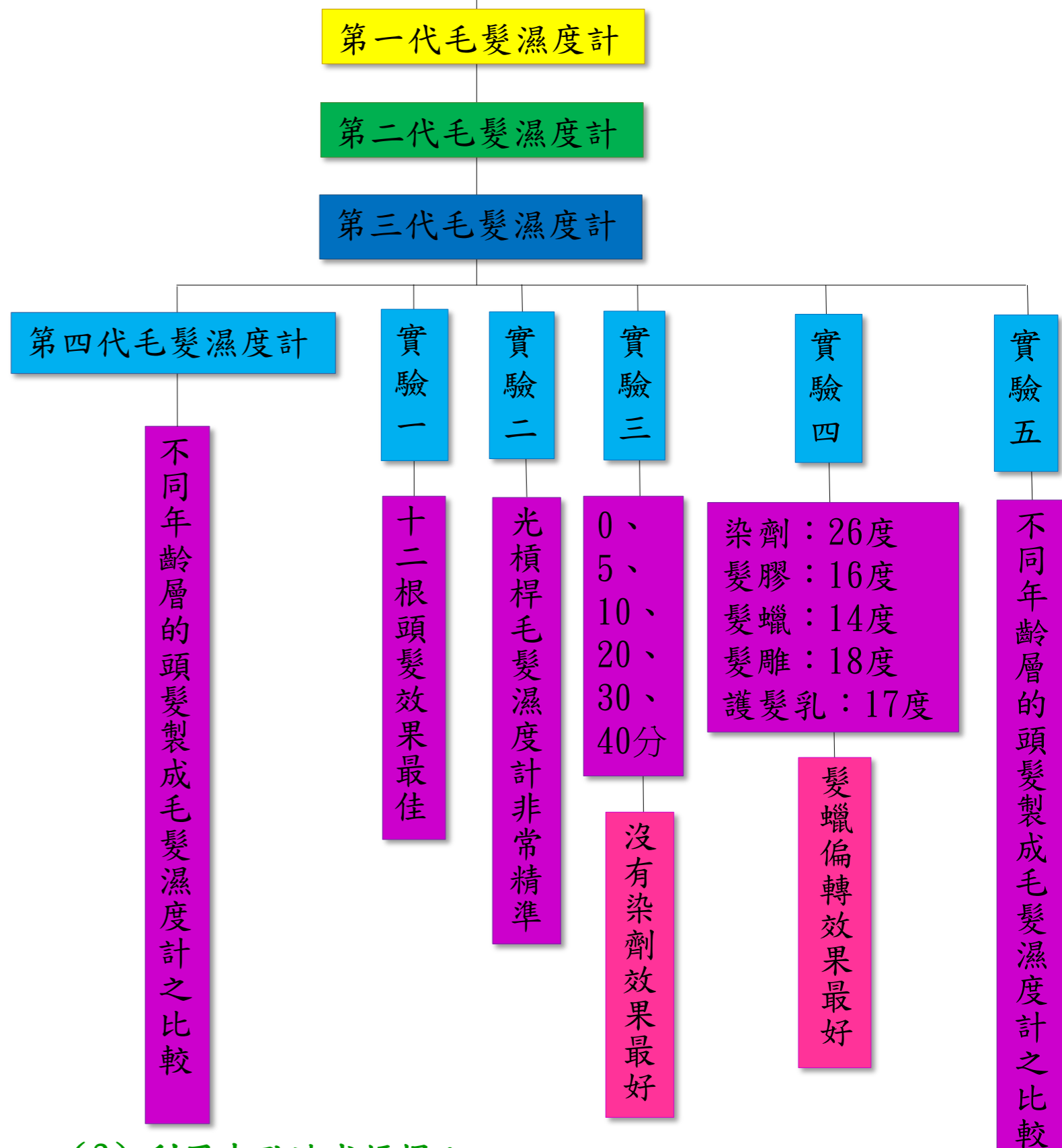
有鑑於第一代毛髮濕度計指針變化不夠顯著，因此研究者將毛髮改成雙邊拉動設計，當頭髮因濕度改變時，可以製造**逆時針的力矩**，因此增加角度的變化。

#### (2) 增加指針的重量：

第一代毛髮濕度計中，我們採取黏貼硬幣，增加指針重量的方式，但常因**指針過重**，而影響毛髮濕度計轉動的情形。在第二代中，我們直接採用較重的鈎子滾輪，並經過檢驗，可以找出最佳適宜的重量，取得指針穩定與過重間的平衡。

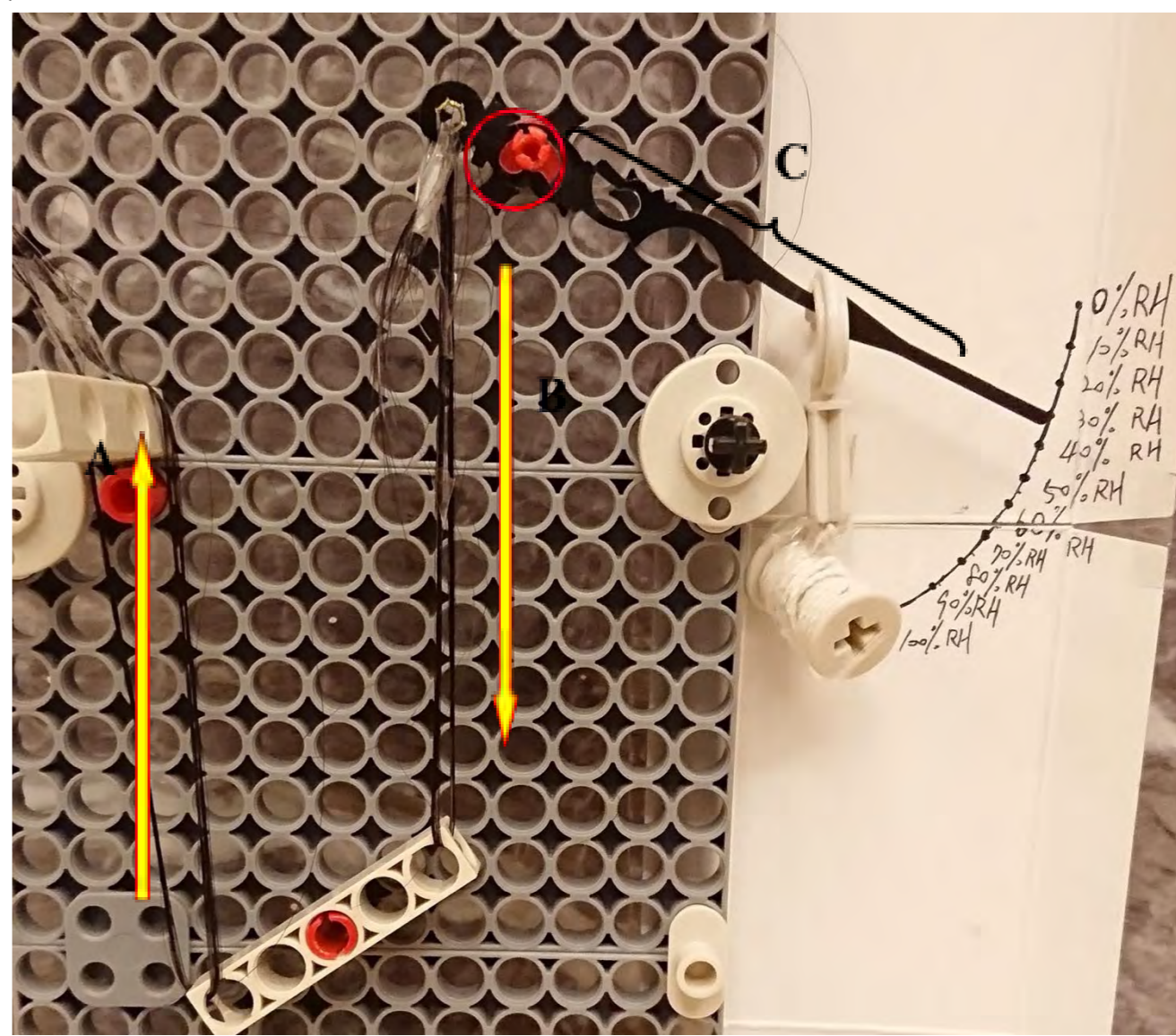
## 肆、研究過程與方法

### 探討自製毛髮濕度計之可行性



### (3) 利用支點造成槓桿：

利用**支點製造不同的力臂**，放大指針移動距離，使得定位濕度能夠更便利。



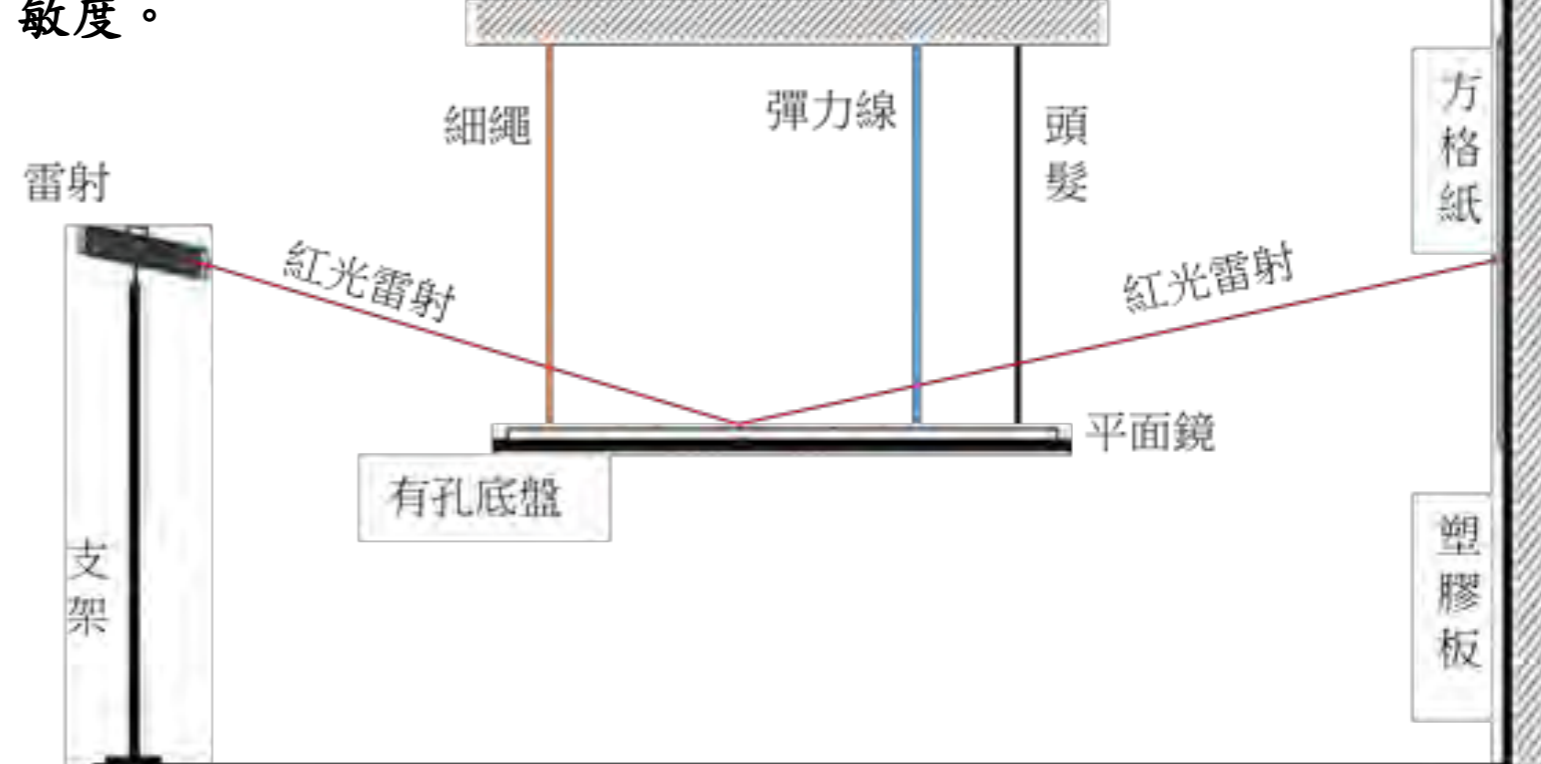
(圖26) 第二代毛髮濕度計結構

- (1) 此毛髮濕度計是研究者改良製造，利用雙邊的毛髮結構(A與B處)製造一個逆時針力矩，放大濕度變化對指針的影響。
- (2) 藉著支點的設計(紅圈處)：製造不同的力臂長度，放大指針的移動距離，方便進行定位。

**第二代毛髮溼度計缺點：**因是採用**雙邊式拉動進而產生逆時針力矩**，而兩撮頭髮位置不同，所以濕度也不盡相同，小小的偏差就會使實驗結果有顯著的差距；實驗儀器與記錄的厚紙板有些許距離的差距，可能會造成紀錄上的偏差；**量角器的角度位置不容易固定**。

### 4、第三代光槓桿毛髮濕度計

研究者觀察前兩代毛髮濕度計的缺點後，決定使用**光槓桿原理**進行第三代光槓桿毛髮濕度計的改良，藉此可以達到最佳的靈敏度。



(圖27) 光槓桿毛髮濕度計簡易側視圖

### 5、第四代光槓桿毛髮濕度計

研究者觀察光槓桿毛髮濕度計的缺點：體積過大，需要較長的頭髮，增加不便利性後，決定製作縮小版的毛髮濕度計進行第四代的改良，藉此可以增加毛髮濕度計使用的便利性。



(圖28) 第四代縮小版光槓桿毛髮濕度計實體圖

## 6、環境濕度的設定

本研究著重在毛髮濕度計對於濕度的測量，因此研究者必須先針對環境濕度進行定義，已確定測量的標準，並減少誤差的產生。

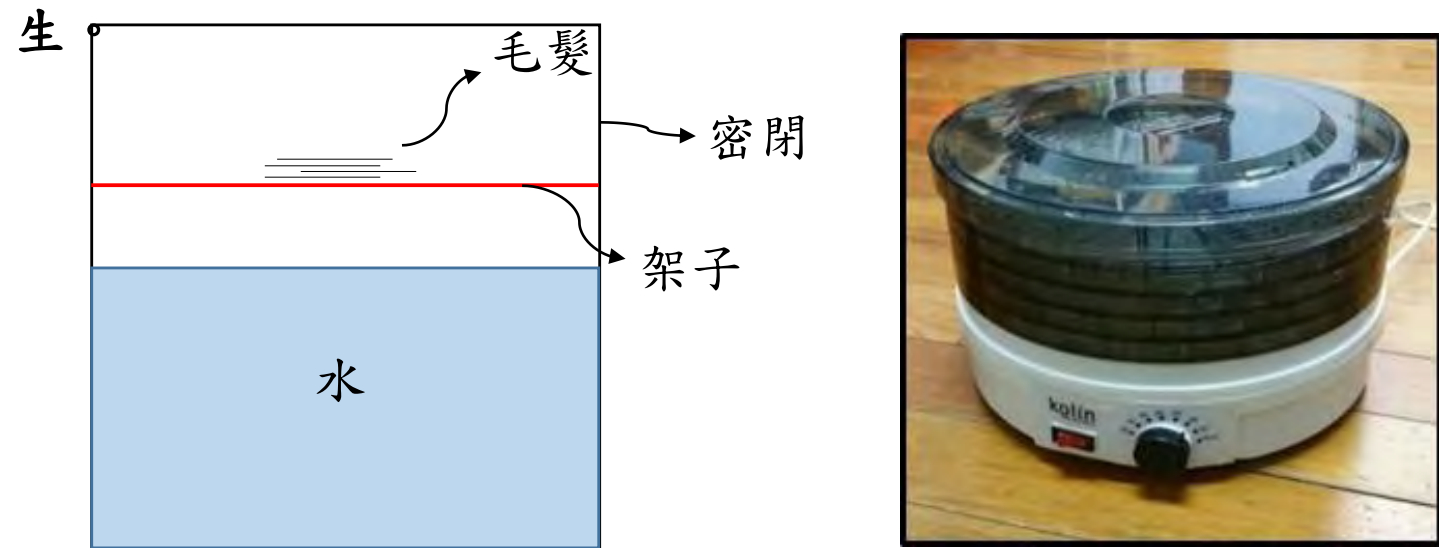


圖19環境濕度的設置：濕度100%(圖29)與環境濕度50%(圖30)

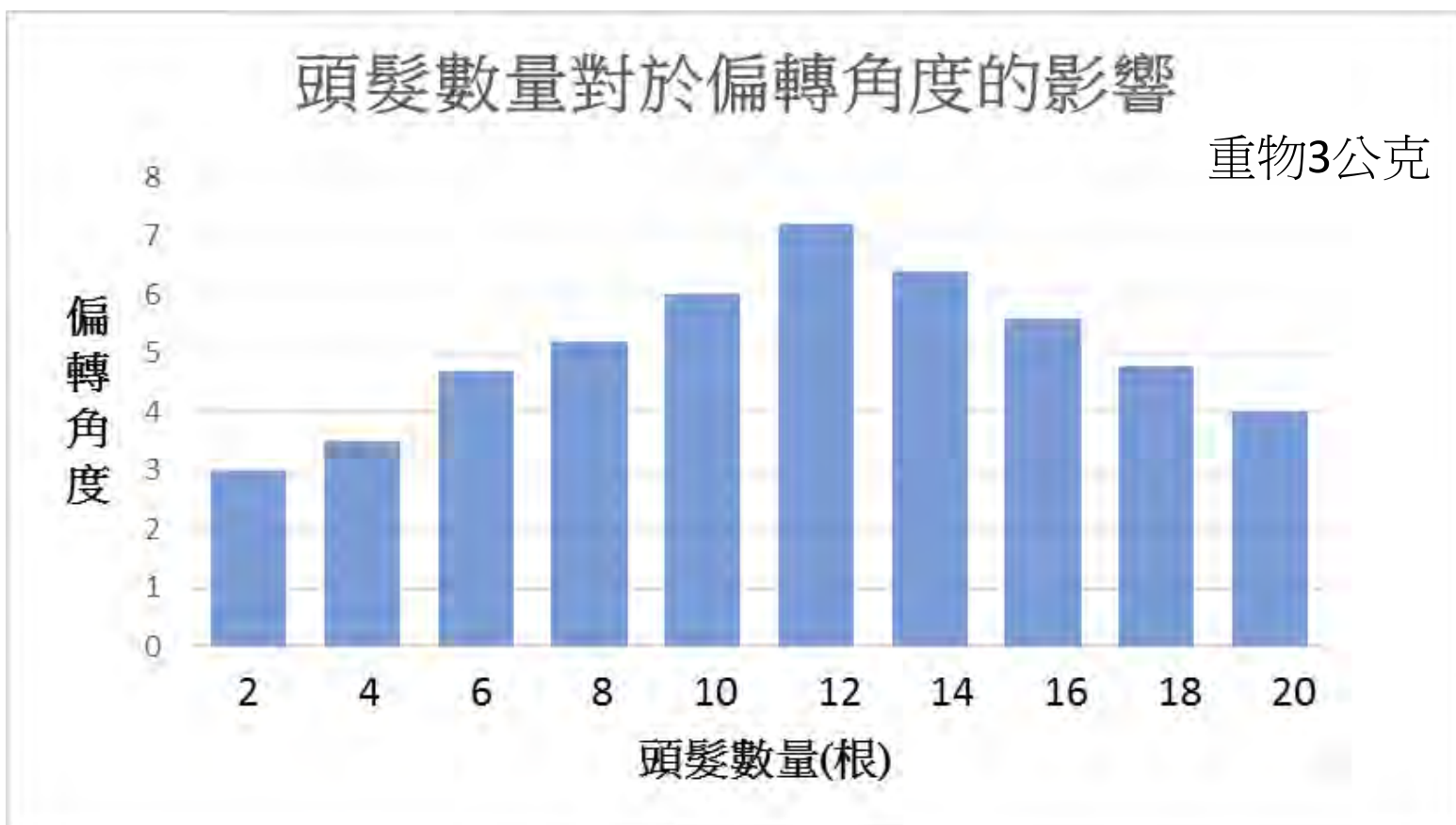
(1)環境濕度100%：將毛髮濕度計放置在充滿水蒸氣的環境中，上方覆蓋塑膠盒維持濕度，再以濕度計測量為濕度100% (2)環境濕度50%：將毛髮濕度計置於乾果機中，慢慢等待，使濕度為50%為止，將毛髮移開

## 伍、研究結果與討論

### 實驗一 毛髮濕度計的自製與改良

#### 1. 毛髮濕度計需要多少根頭髮進行製作：

本研究可以發現：製作頭髮濕度計時，可以利用約12根頭髮的數量製作，可以達到最佳的偏轉效果(如圖31所示)。在前半段時，的確隨著頭髮的數量越多，偏轉角度也逐漸增大，但是在12根頭髮時，達到最大的偏轉角度；隨後增加頭髮數量，也沒有偏轉也沒有逐漸增大的現象。



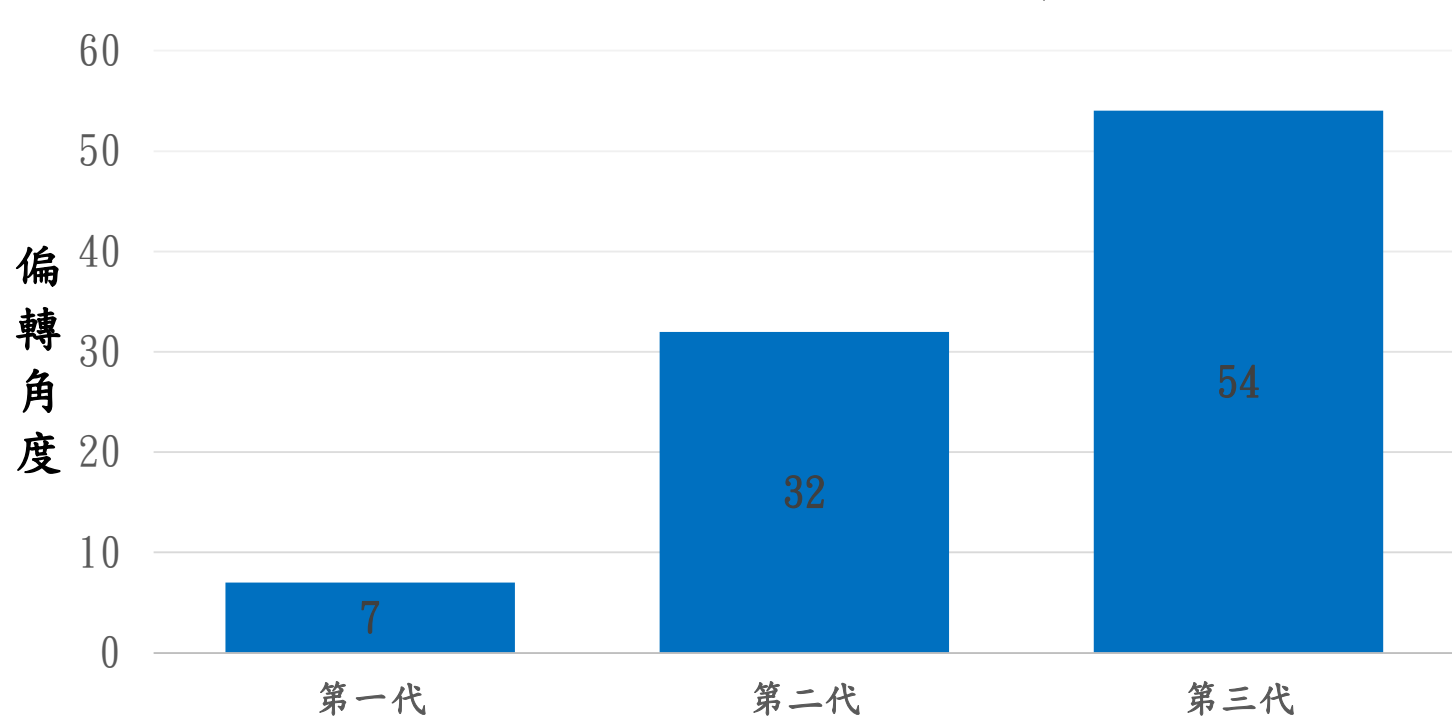
(圖31) 頭髮數量對於偏轉角度的影響

可以觀察到隨著頭髮數量的增加，偏轉角度也隨著增大；但是在第12根頭髮時達到最大，因此以12根頭髮製作濕度計最佳。

#### 2. 第一代、第二代與第三代毛髮濕度計的比較：

由上一個實驗得知，以12根頭髮伸長量最大，於是本組便利用12根頭髮製作濕度計，分別設計第一代毛髮濕度計與第二代毛髮濕度計，進行偏轉角度的研究，偏轉角度的定義為：濕度100%與濕度0%，兩者間的角度差距。實驗數據如圖32所示。由數據可以推得：在同樣一束為12根頭髮的濕度計中，第二代濕度計的偏轉角度為32度，而第一代濕度計僅有7度，第二代為第一代的4.57倍。本組觀察到第二代毛髮濕度計誤差值仍然非常大，並進行研究改良，運用光槓桿的原理，製作第三代的光槓桿毛髮濕度計，希望能減少誤差值。

### 第一、二、三代毛髮溼度計之比較



(圖32) 第一、二、三代毛髮濕度計之比較

由上圖可以發現第二代濕度計的偏轉角度較大，為第一代的4.57倍。且也可得知第三代濕度計的偏轉角度較大，為第二代的1.7倍，因此使用改良過的第三代毛髮濕度計，是個比較好的選擇。

- 一 本研究著重在如何製作出更靈敏的毛髮濕度計，因此本組觀察到第一代毛髮濕度計的缺點，指針偏轉角度過小後，便動手製作第二代毛髮濕度計，本組把第二代毛髮濕度計設計成可以以雙邊拉動的方式，可以產生逆時針的力矩，因此相較於第一代毛髮濕度計，可以放大偏轉角度。
- 二 而本組組員想到，可利用光槓桿原理放大偏轉角度，因此，設計了第三代光槓桿毛髮濕度計，是否可以利用光槓桿的原理，使實驗的誤差減少，來使實驗更加準確。

### 實驗二 光槓桿毛髮濕度計應用可能性評估

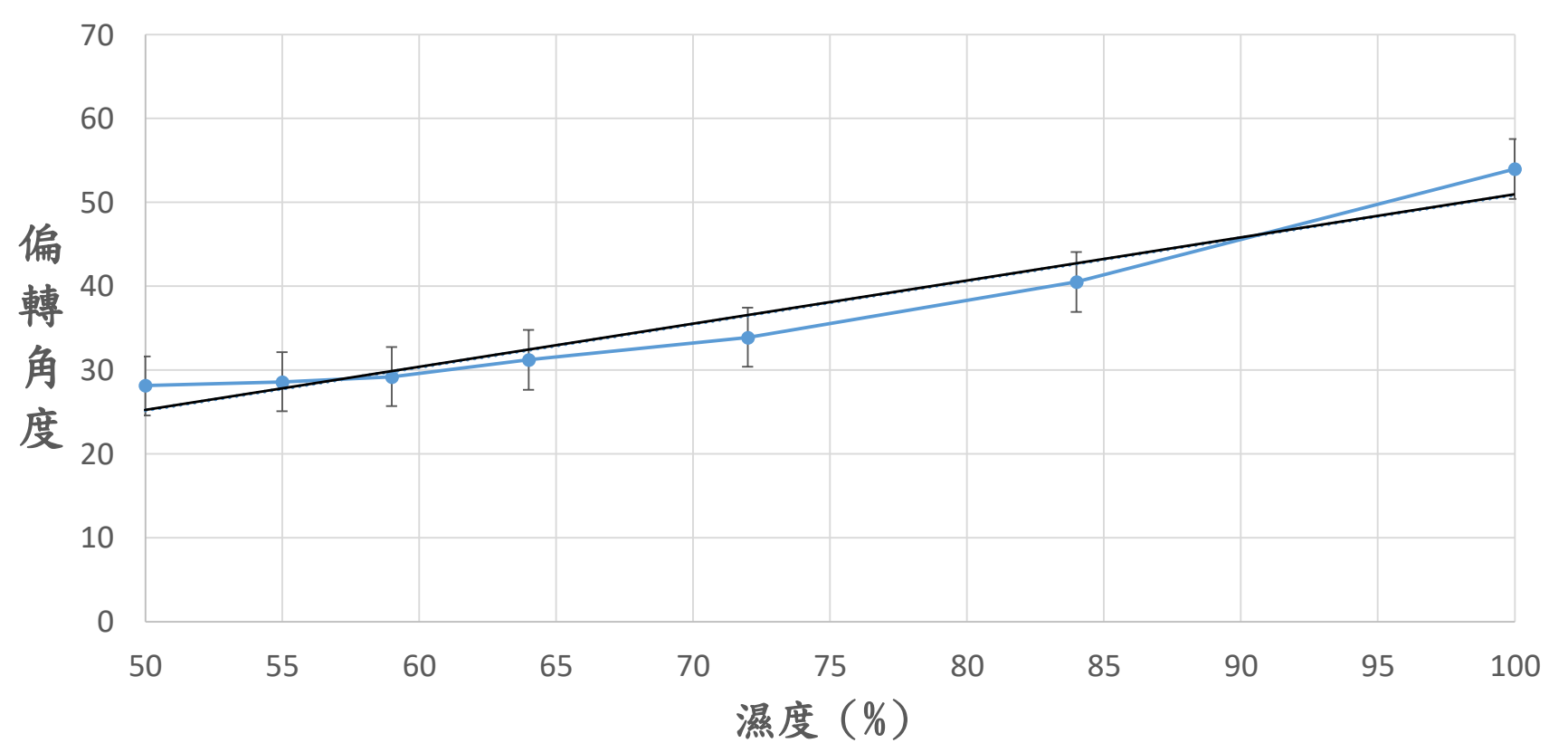
是否使用光槓桿能夠減少實驗誤差：

本研究可以發現：當在一個80%RH減50%RH的長度變化量相差1.20公分；當在一個100%RH減80%RH的長度變化量相差0.80公分。也就是說，1.20公分：0.80公分=3：2相當於80%RH減50%RH的長度變化量：100%RH減80%RH的長度變化量=3：2；這樣的結果印證了此實驗的準確度。

表1 不同濕度下毛髮濕度計偏轉角度

濕度(%)	50	55	59	64	72	84	100
平均偏轉角度(度)	28.1	28.6	29.2	31.2	33.9	40.5	54.0

不同濕度下毛髮濕度計的偏轉情形



(圖33)不同濕度下毛髮濕度計偏轉情形

由上圖可以發現不同濕度下毛髮濕度計的偏轉情形幾乎是筆直的成长由此可知：濕度愈大偏轉角度愈大，濕度愈小偏轉角度愈小

- 一 由於此實驗是運用光槓桿的原理來製作第三代的毛髮濕度計，因此可藉著鏡子到透明板的遠近，增加實驗準確度，而若是雷射光反射到較遠處，或者反射較多次，則實驗會較為準確。

#### 二 為何光槓桿毛髮濕度計較為準確

1. 只使用了一撮頭髮來使角度偏轉，與第二代毛髮濕度計使用兩撮頭髮來產生逆時針力矩的方式比較起來精準了多，並不會有兩撮頭髮濕度不同，而使實驗產生誤差值的顧慮。
2. 因為第三代毛髮濕度計使用了光槓桿原理，所以當雷射光藉由鏡子反射到透明板後，偏轉角度會放大為原來的兩倍，大幅降低實驗的誤差值。

### 實驗三 探討使用染劑對於毛髮濕度計之影響

#### (一)、實驗設計

本部份研究著重使用染劑對於毛髮濕度計是否造成差異，為了讓實驗變因可以達到更好的控制，我們採取伸長量最大的12根頭髮，表2為本實驗的研究控制。

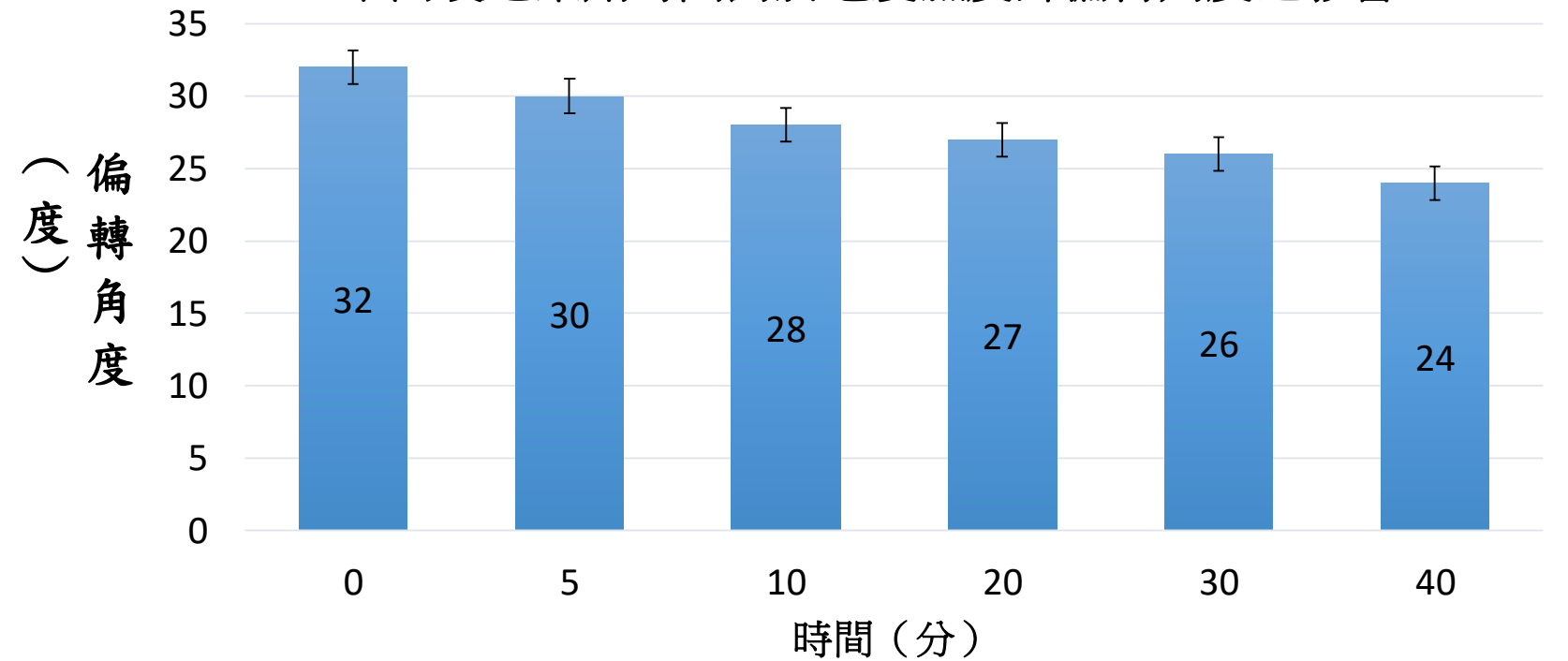
表2「染劑對毛髮濕度計之研究」研究變因表

操縱變因	應變變因	控制變因
浸泡染劑時間的不同	毛髮濕度計偏轉情形	皆使用12根頭髮製作毛髮濕度計 皆浸泡同樣的染劑 浸泡染劑的體積皆一樣

#### (二)、實驗結果

由實驗可以得知：完全沒有染過的頭髮，所製作的毛髮濕度計偏轉效果最好，偏轉角度最大。隨著浸泡時間的增加，可以發現偏轉角度也隨之縮小，如圖34所示。當浸泡時間達到40分鐘時，偏轉角度僅剩下24度，比起沒有浸泡染劑所製成的毛髮濕度計，偏轉角度僅剩下75%。因此可以證明：使用染劑後的頭髮較不適合拿來製作毛髮濕度計。

不同浸泡染劑時間對於毛髮濕度計偏轉角度之影響



(圖34)不同浸泡染劑時間對於毛髮濕度計之影響

實驗結果可以得知：隨著浸泡染劑的時間增加，將會使得毛髮濕度計的偏轉角度下降，使得毛髮濕度計失去靈敏。

- 一 浸泡染劑時間越長，毛髮濕度計的偏轉角度越小。
- 二 完全沒有使用染劑染過的頭髮製作的毛髮濕度計偏轉效果最好，偏轉角度最大。
- 三 使用染劑染過的頭髮後較不適合拿來製作毛髮濕度計，因為染劑會破壞頭髮，使頭髮不再適合製作毛髮濕度計。
- 四 不再適合製作毛髮濕度計可能的原因為染劑中的化學分子破壞頭髮中角蛋白的分子結構，例如：雙硫鍵，使得角蛋白結構被破壞分解，由於蛋白分子的分離，使得氫鍵變得更弱。

### 實驗四 探討不同頭髮添加物對於毛髮濕度計之影響

#### (一)、實驗設計

本部份研究著重測試不同的頭髮添加物是否會對毛髮濕度計的偏轉造成差異，為了讓實驗變因可以達到更好的控制，表3為本實驗的研究控制。

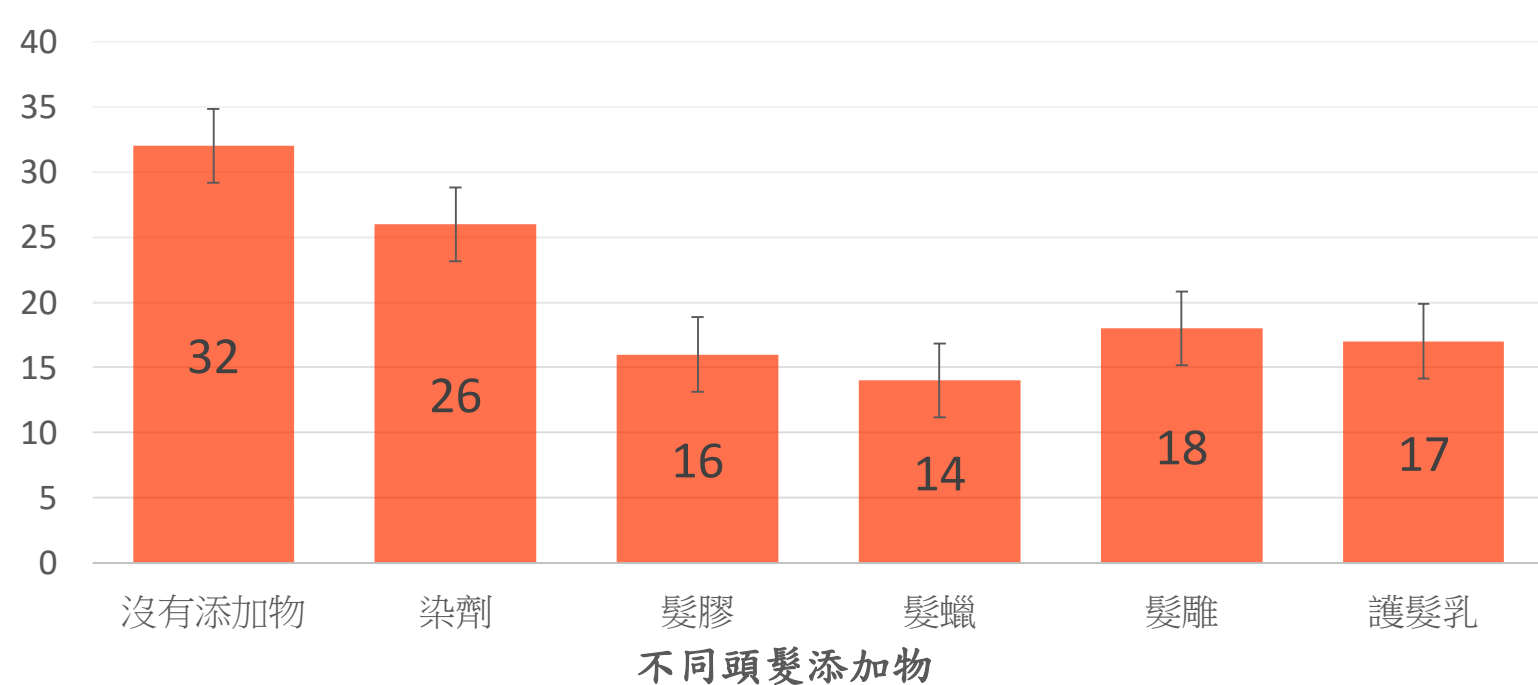
表3「不同頭髮添加物對毛髮濕度計偏轉情形之研究」研究變因表

操縱變因	應變變因	控制變因
浸泡添加物的不同	毛髮濕度計偏轉情形	皆使用12根頭髮製作毛髮濕度計皆浸泡同樣的染劑浸泡添加物的體積皆一樣測量濕度皆為0%與100%

#### (二)、實驗結果

由實驗結果可以得知：不同頭髮添加物對於毛髮濕度計偏轉角度影響不同，相關數據如下—染劑：26度；髮膠：16度；髮蠟：14度；髮雕：18度；護髮乳：17度，其中髮蠟造成偏轉角度最小，僅有對照組的43.75%，從數據也可以發現成分越接近蠟質的添加物，例如：髮膠及髮蠟，偏轉效果較差。

不同頭髮添加物對於毛髮濕度計偏轉角度之影響



(圖35) 不同頭髮添加物對於毛髮濕度計偏轉角度之影響  
實驗結果可以得知：不同添加物對毛髮濕度計的影響也不相同，其中髮蠟對於偏轉角度影響最大，我們推測可能受到髮蠟為蠟質的影響。而本組也進行了燙髮對於毛髮濕度計偏轉角度影響的實驗，結果為偏轉不明顯看不太出偏轉的差異。

- 不同頭髮添加物對於毛髮濕度計偏轉角度影響不同我們推測的原因是：**油脂類的添加物**，例如：髮膠及髮蠟等。可能會阻塞毛髮上的細孔，使得水分無法順利滲入毛髮中，因此**水分無法弱化角蛋白中氫鍵的作用**，造成偏轉角度的變化不明顯。
- 在製作毛髮濕度計時，對於使用頭髮前的處理應該更徹底，甚至可以浸泡肥皂水或是清潔劑等，將**頭髮表面油脂與添加物乳化的物質**，並且建議延長實驗前頭髮的處理時間，使處理得更徹底，讓毛髮濕度計的變化能夠更顯著，未來的研究者也可以往這方面進行延伸以及探討。

#### 實驗五 探討不同年齡層之頭髮製成毛髮濕度計之影響

(一)、實驗設計  
本部份研究著重測試不同的年齡層頭髮是否會對毛髮濕度計的偏轉造成差異，為了讓實驗變因可以達到更好的控制，表4為本實驗的研究控制。

表4「不同年齡層頭髮製成毛髮濕度計偏轉情形之研究」研究變因表

操縱變因	應變變因	控制變因
頭髮年齡層不同	毛髮濕度計偏轉情形	皆使用12根頭髮製作毛髮濕度計 皆浸泡同樣的染劑 浸泡添加物的體積皆一樣 測量濕度皆為0%與100%

(二)、實驗結果  
本研究可以發現：年齡越輕的頭髮偏轉角度越大，較不會產生誤差，而不論是哪個年齡層的頭髮，偏轉轉角度比皆為3:2，可見其實不同年齡層的頭髮製成**毛髮濕度計的偏轉角度比都是相同的**，而年齡越輕的頭髮較會產生誤差。

年齡層	濕度	50%RH~80%RH	80%RH~100%RH	偏轉角度比
0~10歲	1.80公分	1.20公分	0.60公分	3:2
10~20歲	1.50公分	1.00公分	0.50公分	3:2
20~30歲	1.20公分	0.80公分	0.40公分	3:2
30~40歲	0.90公分	0.60公分	0.30公分	3:2
40~50歲	0.60公分	0.40公分	0.20公分	3:2
50~60歲	0.30公分	0.20公分	0.10公分	3:2

表5 不同年齡層之頭髮製成毛髮濕度計之影響  
由上表可以得知：不論是哪個年齡層，偏轉角度比皆為3:2

- 由於此實驗使用不同年齡層的頭髮，因此每個年齡層之頭髮所造成之偏轉效果皆不盡相同，但偏轉角度比皆為3:2，我們推論：造成每個年齡層之頭髮偏轉效果皆不一樣的原因可能是因為，**年齡越輕者，頭髮所含的氫鍵量越多**，氫鍵跟氫鍵間的連結較緊密，則比較容易放大偏轉角度，降低實驗誤差；**年齡較大者，頭髮所含的氫鍵量較少**，因此氫鍵跟氫鍵間的連結較不緊密，偏轉角度就會較小。
- 由於本組在蒐集頭髮時發現到，若是所需要的頭髮太長會造成很多不方便處，因此，本組組員決定把儀器縮小，讓它更精簡化，這樣在我們也增加使用在日常生活中得便利性。

#### 實驗六 第四代縮小版光槓桿毛髮濕度計應用可能性評估

(一)、實驗設計  
本部份研究主要是探討實驗器材縮小，與頭髮長度變短是否會使毛髮濕度計的偏轉造成差異，因此本組使用實驗五的實驗，以不同年齡層之頭髮來進行第四代光槓桿毛髮濕度計應用可能性評估的實驗，表6為本實驗的研究控制。

表6「不同頭髮添加物對毛髮濕度計偏轉情形之研究」研究變因表

操縱變因	應變變因	控制變因
頭髮年齡層不同	毛髮濕度計偏轉情形	皆使用12根頭髮製作毛髮濕度計測量濕度皆為50%與100%皆在同溫、同濕的環境中

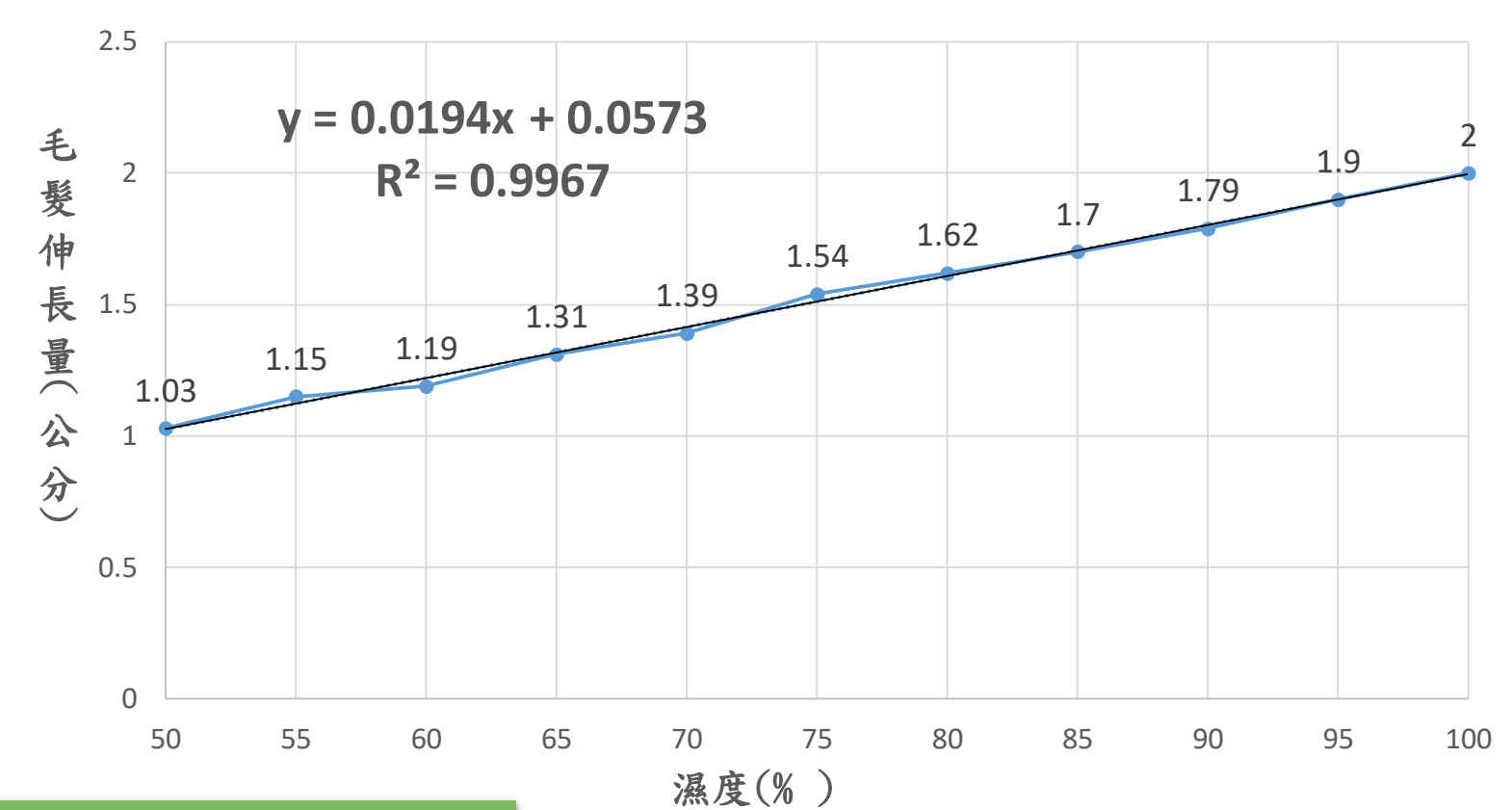
(二)、實驗結果  
本研究可以發現：年齡越輕的頭髮偏轉角度越大，較不會產生誤差，而不論是哪個年齡層的頭髮，偏轉轉角度比皆為3:2。

年齡層	濕度	50%RH~80%RH	80%RH~100%RH	偏轉角度比
0~10歲	0.60公分	0.40公分	0.20公分	3:2
10~20歲	0.60公分	0.40公分	0.20公分	3:2
20~30歲	0.30公分	0.20公分	0.10公分	3:2
30~40歲	0.30公分	0.20公分	0.10公分	3:2
40~50歲	0.30公分	0.20公分	0.10公分	3:2
50~60歲	0.30公分	0.20公分	0.10公分	3:2

表7 第四代縮小版光槓桿毛髮濕度計偏轉情形之研究  
由上表可以得知：第四代的效果其實跟第三代一樣好，只是因為偏轉角度較小，因此實驗誤差的可能性會增大

- 此實驗是使用不同年齡層的頭髮來進行實驗，因此本組便與第三代毛髮濕度計進行比較，發現到：不論第三代還是第四代，在不同年齡層之**偏轉角度比中都是相同的**，因此也可以驗證，雖然第四代為縮小版，但效果也是頗為精準的。
- 第四代為第三代的縮小版，因此使用的頭髮長度較短，再加上效果與第三代是相同的，所以這個**儀器的精簡化**也增加了在日常生活中使用毛髮濕度計的便利性。

頭髮伸長量與濕度關係圖



#### 陸、結論及未來展望

一、毛髮濕度計的自製與改良  
根據我們的研究結果所示：經過改良的第二代毛髮濕度計，因具有兩側的頭髮拉動，造成逆時針的力矩作用，因此比單側拉動的第一代濕度計效果更加顯著，**第二代濕度計的效果為第一代的4.57倍**；而光槓桿毛髮濕度計，由於是採取反射光投射的原理，因此誤差值變的更少，**第三代毛髮濕度計效果為第二代毛髮濕度計的約1.7倍**，可見我們毛髮濕度計的改良一代比一代還要能更精準的測量濕度。

二、光槓桿毛髮濕度計應用可能性評估  
根據我們研究結果所示：光槓桿毛髮濕度計的**誤差值是一般濕度計的二分之一倍**，可以大幅減少實驗的誤差，所以使用光槓桿毛髮濕度計來測量濕度是可行的。假使光線反射次數增加，偏轉角度也會增加，儀器也可以更精巧。

三、探討使用染劑對於毛髮濕度計之影響：  
隨著浸泡時間的增加，可以發現偏轉角度也隨之縮小。當浸泡時間達到 40 分鐘時，偏轉角度僅剩下 24 度，比起沒有浸泡染劑所製成的毛髮濕度計，偏轉角度僅剩下75%。因此可以證明：**使用染劑後的頭髮較不適合拿來製作毛髮濕度計**。

四、探討不同頭髮添加物對於毛髮濕度計之影響：  
由實驗結果可以得知：不同頭髮添加物對於毛髮濕度計偏轉角度影響不同，相關數據如下---染劑：26 度；髮膠：16 度；髮蠟：14 度；髮油：18 度；護髮乳：17 度，其中**髮蠟造成偏轉角度最小**，僅有對照組的 43.75%。因此可以證明：**使用頭髮添加物後的頭髮較不適合拿來製作毛髮濕度計**。

五、探討不同年齡層之頭髮製成毛髮濕度計之影響  
由實驗結果可得知：不同年齡層之頭髮對於毛髮濕度計偏轉效果影響皆不相同，且年齡越輕的頭髮偏轉程度越大、偏轉效果越好，**偏轉效果比皆為3:2**，可見其實不同年齡的頭髮製成毛髮濕度計，對於偏轉角度是**不會有影響的**。

六、第四代縮小版光槓桿毛髮濕度計應用可能性評估  
由實驗結果可得知：第三代及第四代毛髮濕度計的效果都是相同的，但第四代的毛髮還是需要18公分，正常男性的頭髮無法達到，因此本組也希望能夠繼續精簡我們的毛髮濕度計，希望能做到，**人手一拔即能測量的境界**。

#### 柒、參考資料

- 康軒版自然與生活科技第三冊第四單元光與聲音
- 張育慈等，轉吧！毛髮濕度計，96年第47屆中小學科學展覽會高中組化學科作品說明書
- 以光槓桿探討毛髮伸長量與溼度的關係，97年高雄市第48屆中小學科學展覽會作品說明書
- 網路資料：
  - 維基百科：濕度計  
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%BF%95%E5%BA%A6%E8%A8%88>
  - 維基百科：濕度  
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B9%BF%E5%BA%A6>
  - 測量濕度的工具-教育大市集  
[https://market.cloud.edu.tw/content/senior/earth/y1\\_ld/content/6-3/tool.htm](https://market.cloud.edu.tw/content/senior/earth/y1_ld/content/6-3/tool.htm)