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

第一名

081503

你有多「混」，我知道

學校名稱：臺北市萬華區私立光仁國民小學

作者：	指導老師：
小六 林杰穎	陳佳宜
小六 謝宛霓	楊基宏
小六 劉伊純	
小五 陳偉恩	

關鍵詞：混濁度　光電池及太陽能板　新店溪淡水河

你有多『混』，我知道

摘要

本研究主要在探討如何測量水的混濁度，從文獻中知道，測量混濁度的方法大多利用沙奇盤(Secchi Disk)或量筒法。這二種方法對我們來說都有不方便的地方，因此我們利用廢棄計算機上的太陽能光電池研發出一個測量溶液混濁度的工具。我們自己稱它爲『光電池法』，它排除目視測量的不客觀，測出的數值我們自己稱它爲 VTU(Volt Turbidity Units)，VTU 越低，混濁度越高；反之，越低。我們也探討影響溶液混濁度的因素有『濃度』、『顏色』及『溶質顆粒大小』。最後利用『光電池法』測量新店溪及淡水河的混濁度，發現新店溪下游的水最混濁，其混濁程度相當於 0.5~0.6g 的麵粉溶於 500 cc 的水中。

壹、　研究動機

假日和家人去新店碧潭玩的時候，溪水非常清澈，不僅可以划船，還看到有人在河邊悠閒地釣魚，後來有一次經過連接台北與板橋的光復橋，往下看時卻發現河水非常地混濁。爸爸說「碧潭是新店溪的上游，溪水流啊…流的…就流到這裡來了」。這讓我非常驚訝，「怎麼上下游差這麼多？」我想把它們的混濁情形做比較，便開始了這個研究。

相關教學單元：奇妙的光(四上)、通電玩具(四下)、水溶液(六下)

貳、　研究目的

一、自行研發一個測量混濁度的裝置。
　　（利用此裝置測量溶液混濁度的方法我們稱它爲『光電池法』)。
二、利用『光電池法』，測量不同溶液的混濁度。
三、利用『光電池法』，探討影響溶液混濁度的因素。
四、利用『光電池法』，測量新店溪和淡水河水質的混濁度。
五、以不同濃度麵粉溶液的混濁度，具體表達『光電池法』測出的溪水混濁度。

參、　文獻探討

一、混濁度：

混濁度是指由污染水中含有漂浮及懸浮物質所引起，諸如黏粒、粉粒、微細之有機物、浮游生物或微生物等。均能使水色混濁。在水質上，常以濁度來表示水樣的混濁程度。在靜止狀態下的水體，如湖泊或水澤，水中之濁度，多來自膠體粒子；但是在流動狀態下的水體，如河川，水中濁度則主要來自較大粗大的懸浮物質。

二、測量混濁度的方法：

1. 沙奇透明度：是指光線能夠穿透水之程度。利用直徑 20～30 cm 之白色圓盤，又稱沙奇盤（Secchi disk）沈入水中，量測可見距離，即為水體之透明度，適用於靜止或流動緩慢之水體，例如湖泊、水庫、池塘、河川或海洋。

步　驟：

(一) 將沙奇盤垂直沈入水中，直到看不見為止，讀取其水深。

(二) 將沙奇盤徐徐拉起，至恰可看見為止，讀取其水深。

(三) 如此反覆三次，取其平均值，即為透明度。

干　擾：

(一) 光線過暗會影響能見度，以上午九時至下午三時間量測較為適合。

(二) 水面有波紋影響能見度時，不宜量測。

(三) 由於風浪、暴雨、洪水或施工等不尋常因素所造成之混濁，不宜量測。

(四) 水面陽光反射過強影響視線時，應背對太陽在身影或船影下，儘量接近水面垂直觀測。

(五) 量測人員視力不佳時，應矯正視力，但不可戴太陽眼鏡。

2. 量筒法：使用一個特殊校準刻度的塑膠試管。試管上刻有從 30 到 5O0 個混濁度單位的刻線。

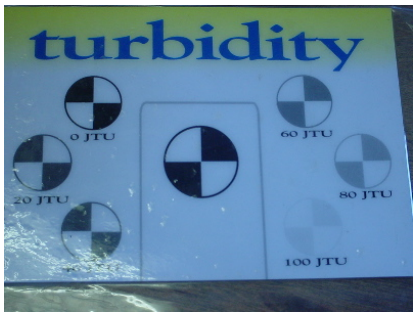
步　　驟：

(一) 垂直拿著試管放在白色的表面上，眼睛由上往下看。

(二) 慢慢的注入廢水或放流水樣品，一直等到底部的十字剛好看不見爲止。

(三) 從水樣品的液面高度對照試管的刻度讀出混濁度。混濁度單位 JTU(Jackson Turbidity Units)，傑克森混濁度單位來表示的。

Water clarity is affected by the amount of suspended sediment and is measured with a transparency tube.

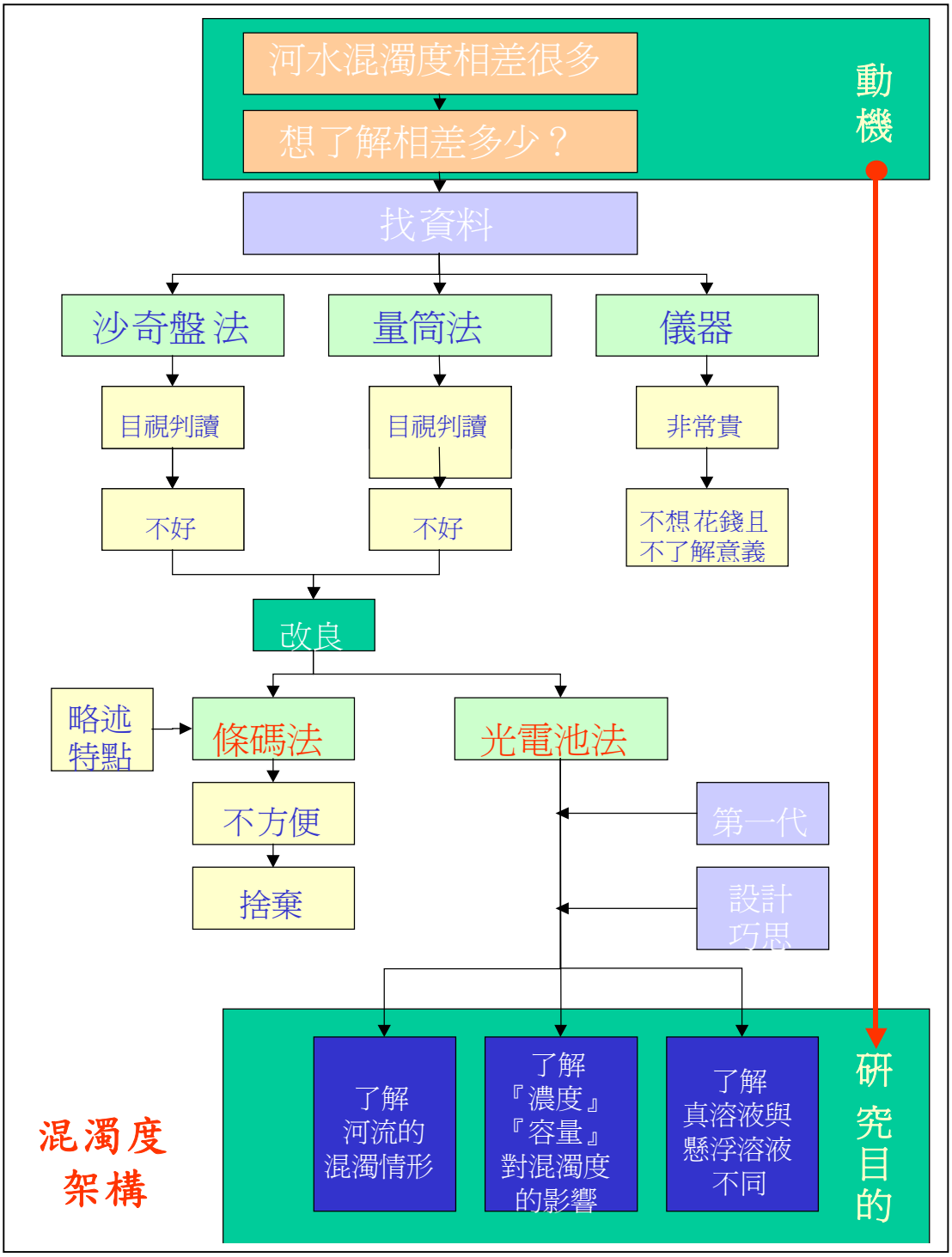


3. 手提式微電腦濁度計：

沙奇盤法適用於比較深的水域，如：湖泊、水庫…等，且可能要搭船才能去到那麼深的地方，有點危險。量筒法採用眼睛觀察，可能有點不精準，而且找了很久不知道哪裡有賣？而這二種方法都是用眼睛來觀察，我們覺得測量出的結果不夠客觀，另有一些市售的混濁度計，它們雖然準確，但價格昂貴(約五萬元)。而且我們不了解測量出來的「NTU」所代表的具體混濁情形。

因此我們決定自己研發一個能測量水質混濁度的工具，用我們能理解的方式測量混濁度。 (研究架構見次頁)

研究架構


河水混濁度相差很多
想了解相差多少？
動機
找資料
沙奇盤法
量筒法
儀器
目視判讀
目視判讀
非常貴
不好
不好
不想花錢且不了解意義
改良
略述特點
條碼法
光電池法
不方便
捨棄
第一代
設計巧思
了解河流的混濁情形
了解『濃度』『容量』對混濁度的影響
了解真溶液與懸浮溶液不同
研究目的
混濁度架構

肆、　研究設備及器材

磅秤、紙箱、三用電表、太陽能板、燈泡、木板、螺絲起子、螺絲釘、銲槍、熱熔槍、燒杯、量杯、木板數片、鑽孔機、線鋸、顯微鏡。	

伍、　研究過程及方法

一、 實驗一：自製混濁度計

前面提到的沙奇盤法與混濁度量筒法雖有些不方便，卻也行之有年，後來也都有廠商製作出儀器，只要一點點樣本就能知道多少 NTU(混濁度的單位，nephelometric turbidity units) 。例如：行政院環境保護署於八十七年二月四日發佈之「飲用水水質標準」各項水質標準中規定「符合飲用者對自來水外觀的需求，飲用水質標準的濁度最大限值是 2NTU。」(九十四年修正仍適用)但 2NTU 代表的意義是什麼呢？我們無法想像。

我們想要用自己能理解的方法來測量、解讀。以下是我們試的幾個方法，簡單說明如下：

1. 「條碼法」：某一天在學校的圖書館看書，突如其來『嗶』的一聲，仔細一看，原來是圖書館阿姨手上的紅外線掃瞄器發出的聲音。
   就是這個聲音，讓我們想出了『條碼法』。我們要借書時，透過紅外線掃瞄器掃瞄借書證上的條碼，將我們的資料從電腦叫出來，圖書館阿姨再將資料輸入進去。如果我們在借書證上面，放一個燒杯，燒杯裡裝水，再根據以前『量筒法』的精神，一直加水，看水位到什麼高度時就讀不到條碼，紀錄這個高度，不就可以測出水質的混濁度了嗎？

紅外線掃瞄器	最遠可偵測到七公分遠的條碼	掃瞄器透過空燒杯可偵測到條碼	測量清水的混濁度

透過較濃度較低的藍墨水可偵測到條碼	透過濃度較高的藍墨水無法偵測到條碼	可測量到混濁度較低的麵粉水溶液	無法偵側到混濁度較高的麵粉水溶液

實際使用的結果讓我們捨棄了這個方法，原因有：

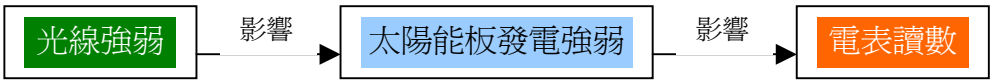
a. 採用加水直到掃瞄器讀不到條碼的方式來紀錄高度，在測量的過程中，手會晃動，造成測出來的高度不夠客觀。

b. 爲解決手晃動的問題，我們改以培養皿來裝水樣，掃瞄器固定跨在培養皿上方，由上往下測量，同時亦可控制掃瞄的高度位置。

c. 但如此一來，我們又面臨到另一問題，固定掃瞄位置後，結果只有二種，一種是可掃瞄的到，表示混濁度低：一種是掃瞄不到的，表示混濁度高，但是若二個水樣經測量結果都掃瞄不到，也只能知道它們都混濁，但無法知道哪一個較混濁；相反地，若透過二個水樣都能掃瞄到條碼，表示二個水樣混濁度不高，但無法知道哪一個較清澈。

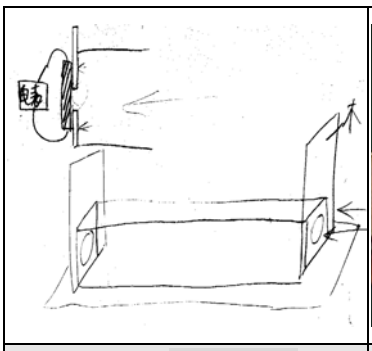
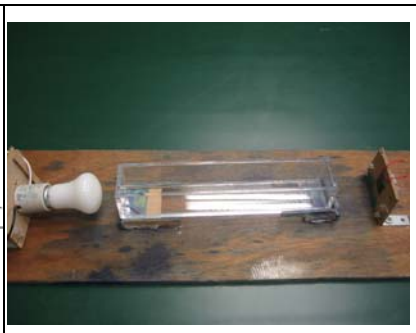
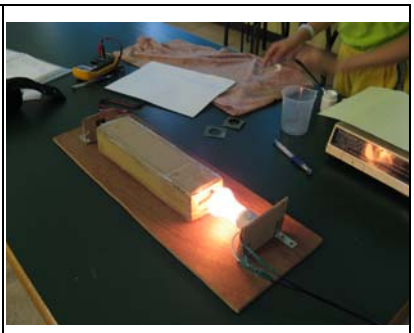
d. 這種刷卡機通常要搭配電腦及相關軟體才能使用，電腦很怕水，軟體又很貴，我們並沒有那麼多錢。

於是我們否定了『條碼法』，我們繼續思考，水中有雜質……水變髒……眼睛就看不透，有什麼東西能幫我們衡量光線穿過多或少呢？想了很久之後，想到以前老師給我們看太陽能動力馬，那時我們用手電筒照射太陽能光電池使馬前進，但如果手電筒偏了，馬就前進得比較慢，或根本不前進。所以，光線的強弱與馬達轉動的強弱有關係，馬達接受的電是太陽能光電池提供的，也就是說，光線的強弱與太陽能光電池提供的電力大小有關係，而且光線越強，電力越大。所以，我們想只要能找出測量電力大小的儀器，就能測量光線的強弱。但是，有沒有那種儀器呢？於是我們跑去問老師，老師告訴我們有一種儀器叫「三用電表」，它能測量電壓的大小。



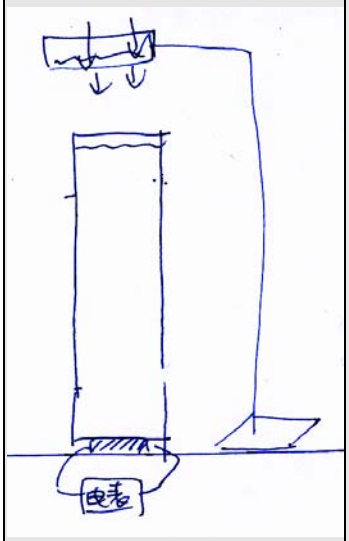
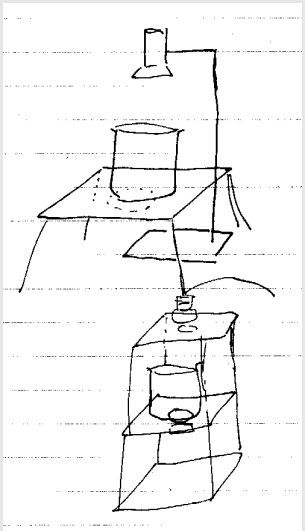
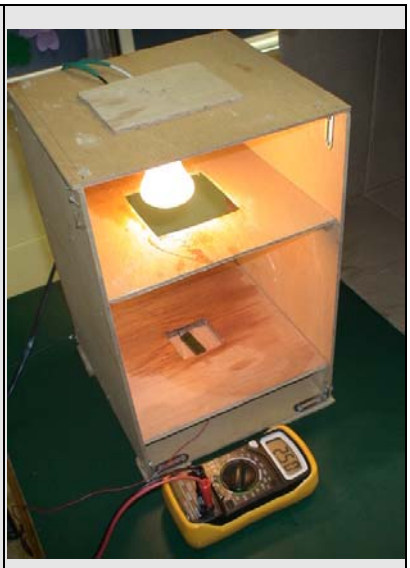
2. 光電池法：

我們的想法是讓光線通過待測量的水，在另一端放置一塊太陽能光電池，當水很清澈時，光線通過多，太陽能光電池會產生比較大的電，反之則產生比較少，電的多與少可用三用電表測量出來，而不是依賴眼睛。於是我們開始戴起手套、拿起鋸子、螺絲起子，開始研發設計製作。

		
圖一　橫式設計	圖二　實際完成圖	圖三　實際測量圖（第一代）

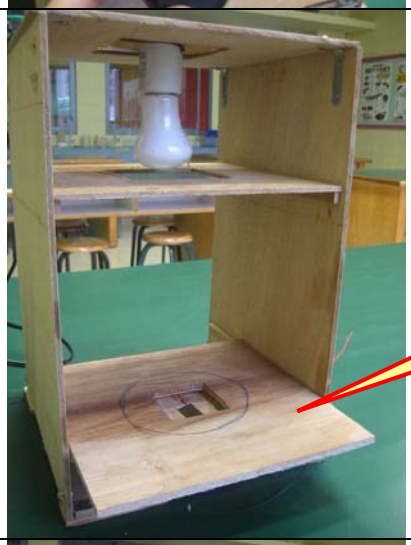
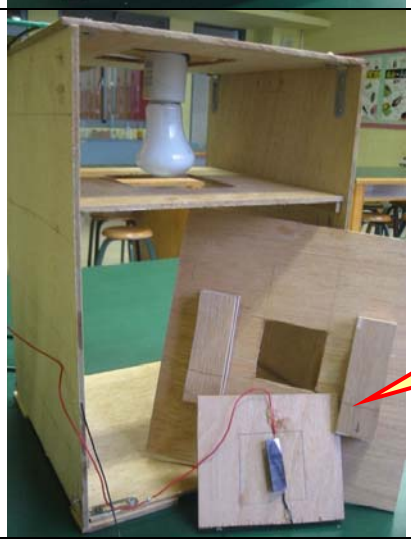
經過好幾個星期，我們終於製作出測量水質混濁度的工具，而這個工具是利用太陽能光電池發電原理來測量水質混濁度，所以我們叫它做『光電池法』，實際測量情形如圖三。但是幾次測量之後，我們發現，每次測量時，水要裝很滿才測得到，裝水和倒掉時都很麻煩，容易打翻，大家討論結果，決定放棄，雖然不捨，但也沒辦法。

這並沒有打擊我們研究的念頭，大家又努力思考，之前的設計測量原理 ok，只是使用時不方便，那麼如果我們把光源改成從上面照射（因爲太陽都是從上往下照射水面），是不是會比較好呢？廢話不多說，馬上畫設計圖，圖四、五就是我們畫的直式設計圖，我們繼續當起木工，因爲有了之前製作的經驗，這次不管是鋸木頭還是接電線，順利多了。

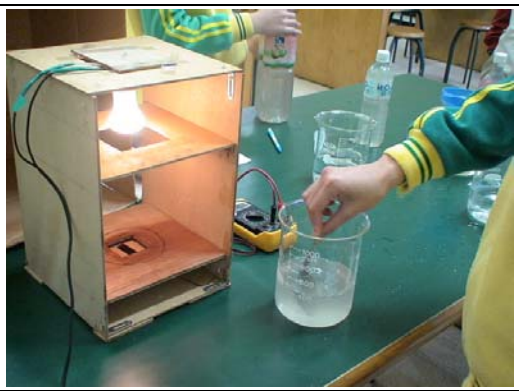
		
圖四　直式設計之一	圖五　直式設計之二	圖六　實際完成圖（第二代）

圖六就是我們最後的實際完成圖，改良過的第二代不僅可以測量出溶液的混濁度，亦可以測量不同容量的溶液混濁度的差別。

■這個裝置還有一些**設計上的特點**哦！

		燈泡可以拆換，如果燈泡壞了，可以馬上更換，亦可更換不同的光源 使用**調光器**，可控制光線強弱，並利用它進行『歸零』步驟。
		使用類似書架上的**隔板設計**，必要時也可拆下更換。
		太陽能光電池接在木板上，**使用「滑軌」的觀念**，可以很快裝入和取下。

■ 測量時注意事項。

	歸　零：(這是我們很重要的設計) 爲避免插座上的電強弱不等影響實驗結果，我們使用調光器，每次要開始測量前都先進行『歸零』步驟，也就是在裝置上放置一個空燒杯，以調光器控制光線的強弱，使電表上的數值一定要顯示 2.5V。這點非常重要，因爲後來我們發現每一天把電源接上後，電表上出現的數據其實時高時低，有了這個做法之後可以把這項變因控制住。
	**攪　拌：** 待測量的水倒入燒杯之後，並**前後攪拌，**原因是要使溶液混合均勻。請注意必須「前後」攪拌而不是「螺旋式」攪拌，因爲螺旋式攪拌會造成顆粒集中在燒杯的中心，影響光源照射到太陽能光電池。
	蓋蓋子： 『光電池法』是利用太陽能光電池對光線的反應來測量混濁度，我們使用一個大箱子把整個裝置蓋住，避免環境光線對數據造成影響。
	讀數值： 攪拌後會使得數據一直不穩定，因此蓋上蓋子後，記錄 10~15 秒的數據，避免因時間經過太久，產生沈澱，影響結果。 電表上的電壓值即代表溶液的混濁度，討論結果混濁度單位我們稱它爲 VTU(Volt Turbidity Units)。

實驗二：測量不同溶液的混濁度。

步　驟：

1. 取水、油各 500cc。
2. 各取 100g 的糖、鹽、麵粉、太白粉、奶粉、阿華田溶入 1100cc 的水量中，調配出各水溶液。
3. 燒杯中分別各裝入 500cc 的水溶液。
4. 觀察並紀錄 VTU 值。
5. 重覆步驟 1-4 三次。

實驗三：測量不同容量、不同濃度的溶液混濁度。

步　驟：

1. 分別取 50g, 100g, 150g 的糖、鹽、麵粉、太白粉、奶粉、阿華田溶入 1100cc 的水量中，調配出各水溶液。
2. 燒杯中分別將各溶液裝入 100cc, 200cc, 300cc...1100cc 的水量。
3. 觀察並紀錄 VTU 值。
4. 重覆步驟 1-3 三次。(此實驗同時可爲實驗五找出「參考溶質」)

實驗四：測量不同顏色溶液的混濁度。

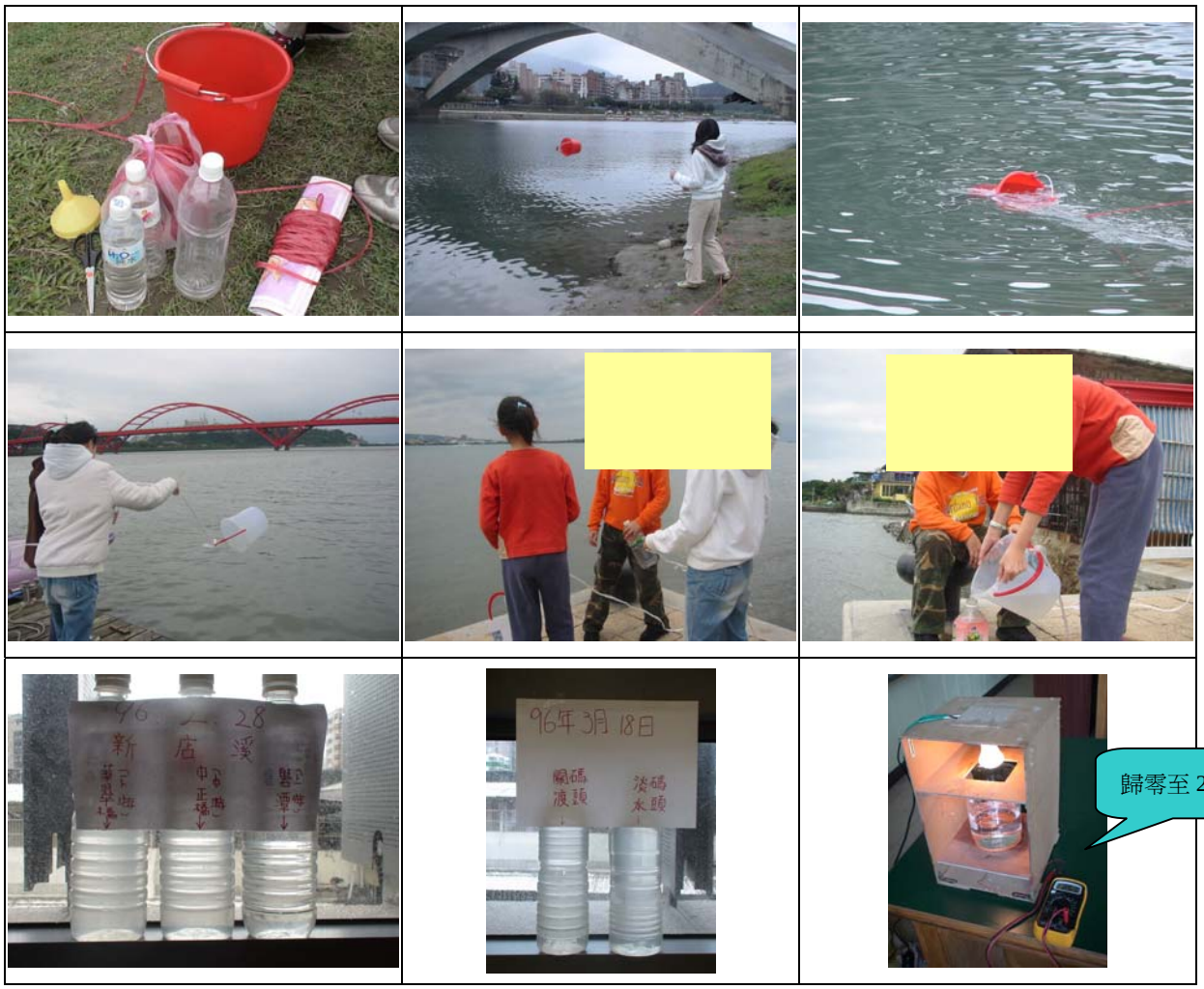
步　驟：

1. 分別取白、黃、橘、紅、綠、藍色粉筆各 5g，並磨成粉末。
2. 將各種顏色的粉筆末溶入 100c.c.的水中，調配出不同顏色的水溶液。
3. 觀察並紀錄 VTU 值。
4. 重覆步驟 1-3 三次。

實驗五：測量新店溪流域上、中、下游及淡水河水質的混濁度。

步　驟：

1. 至碧潭、中正橋、光復橋三處的水分別代表新店溪上、中、下游的水質。
2. 至關渡親水公園、淡水渡船碼頭二處的水分別代表淡水河的水質。
3. 本實驗的歸零步驟和上述實驗有些不同，先將燒杯裝入 500c.c.的清水，利用調光器將光源調至測得的 VTU=2.5，來控制每次實驗的光源大小。
4. 將取回的水樣取出 500c.c.進行測量
5. 觀察並紀錄 VTU 值。
6. 重覆步驟 3-5 三次。



實驗六：以不同濃度麵粉溶液的混濁度，表達『光電池法』測出的溪水混濁度

利用『光電池法』測出了新店溪和淡水河的水質是多少 VTU 後，我們對於這種數值仍然覺得很抽象，我們想知道看起來髒髒的河水它的混濁度到底是多混濁？大家一起討論的結果，我們決定用麵粉溶於水中來表示，原本我們想用電子磅秤量取 0.1g, 0.2g …1.0g 麵粉溶在 500cc 水中，測量其混濁度，用來和河水的混濁度相比對。但是電子磅秤量不到那麼精確，這使我們不得不再動腦筋，後來想到用混合溶液來分。若將 10g 麵粉溶於 5000cc 水中，以它做爲「原液」。那麼，每 50cc 溶液中，就含有 0.1g 麵粉，而我們想要得到含有 0.1g, 0.2g, 0.3g, …1.0g 麵粉的 500cc 溶液，就可以泡製出來，方法如右表，以此做爲「標準溶液」來和河水混濁度相比對。

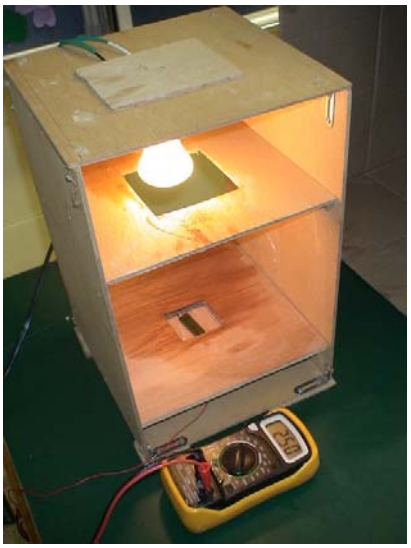
欲泡製 (cc)	內含麵粉(g)	需原液 (cc)	加水 (cc)
500	0.1	50	450
500	0.2	100	400
500	0.3	150	350
500	0.4	200	300
500	0.5	250	250
500	0.6	300	200
500	0.7	350	150
500	0.8	400	100
500	0.9	450	50
500	1	500	0

有了 0.1g, 0.2g ,0.3g …1.0g 麵粉的水溶液了，再測量每一種濃度溶液的 VTU，到時就能與河水測量出來的 VTU 比對，藉此得知「某一 VTU 值相當於多少克的麵粉溶解在水中的混濁度」。

調配出來的十種「標準溶液」

陸、　研究結果

實驗一：自製混濁度計

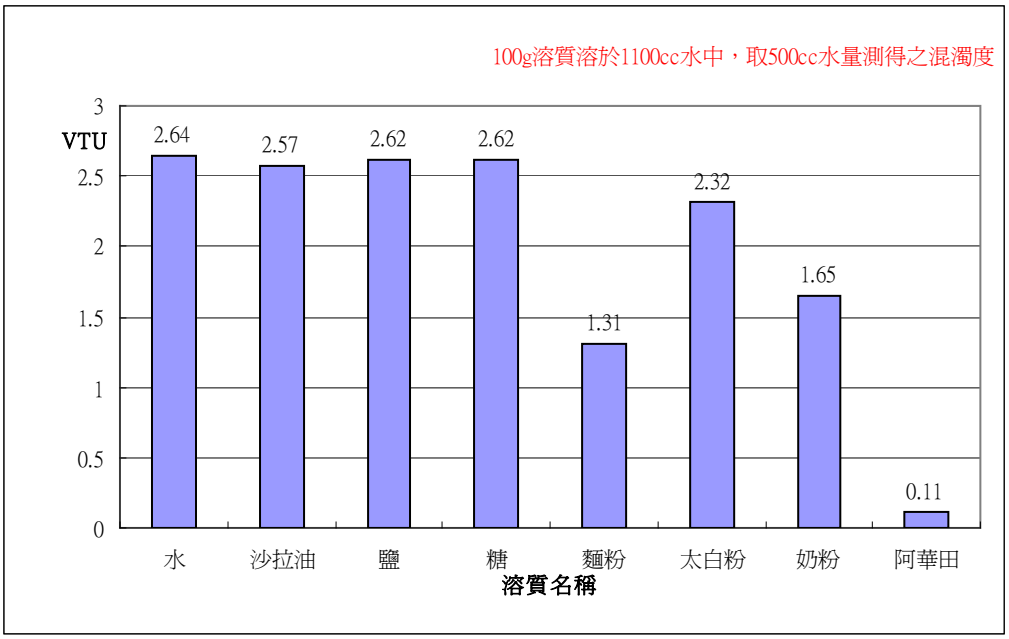


1. 利用計算機上的太陽能光電池、燈泡、三用電表及木板組裝，我們成功地自行設計出一台可以測量水質混濁度的工具，測量的步驟：
   (一)歸　零：避免光源不一。
   (二)攪　拌：使溶液均勻混合。
   (三)蓋蓋子：避免環境光線對數據造成影響。
   (四)讀數值：蓋上蓋子，記錄 10~15 秒三用電表的數值。
   (五)反覆三次，取其平均值，即為混濁度。

2. 測量的方法我們把它稱為：『光電池法』，利用『光電池法』測得的水質混濁度單位，我們自己稱為 VTU (Volt Turbidity Units)，如 2.48VTU。

實驗二：測量不同溶液的混濁度。

水溶液	水	沙拉油	鹽水	糖水	麵粉	太白粉	奶粉	阿華田
混濁度(VTU)	2.64	2.57	2.62	2.62	1.31	2.32	1.65	0.11



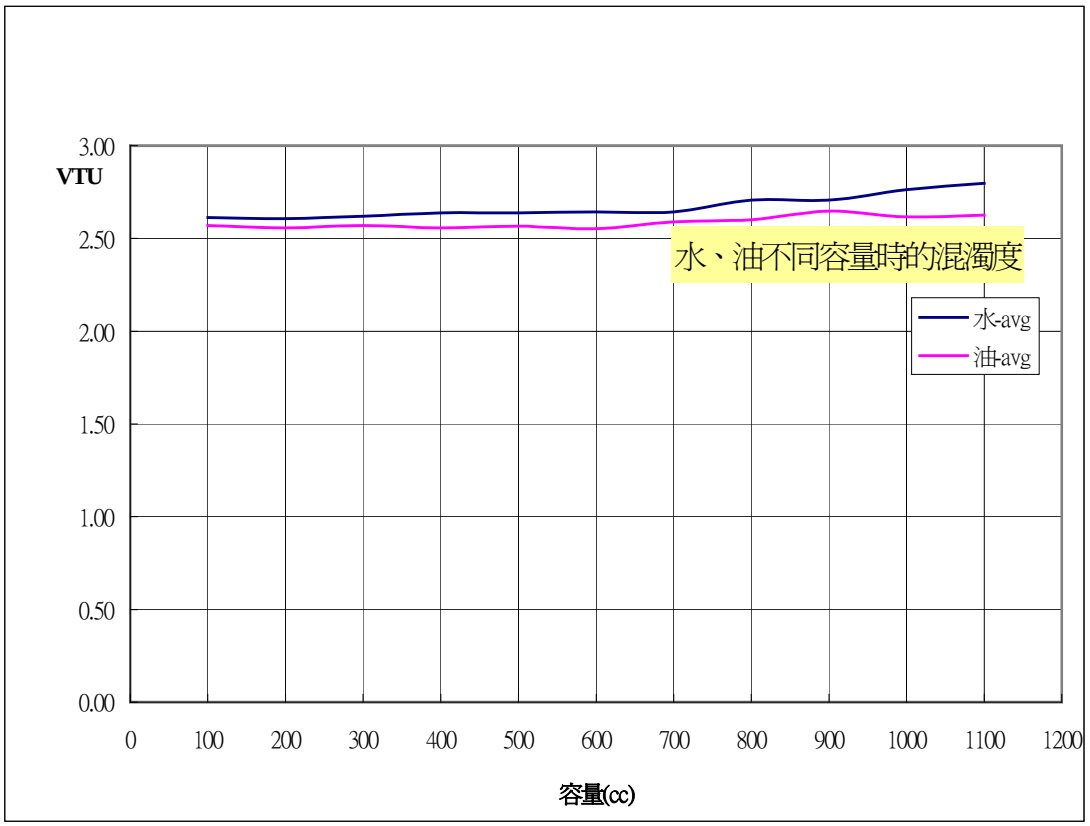
發現：

1. 水、沙拉油、鹽水、糖水的混濁度比較低，且混濁度大致相同。
2. 麵粉、太白粉、奶粉、阿華田的混濁度比較高，其中以阿華田的混濁度最高。
3. 水、沙拉油、鹽水、糖水屬於『真溶液』，麵粉、太白粉、奶粉、阿華田屬於『懸浮溶液』，而懸浮溶液混濁度都比真溶液高。
4. 相同濃度的懸浮溶液，混濁度竟然大不同。

實驗三：測量不同容量溶液的混濁度。

容量(cc)	水-1	水-2	水-3	油-1	油-2	油-3
空杯	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
100	2.62	2.6	2.62	2.6	2.57	2.54
200	2.62	2.61	2.59	2.6	2.58	2.49
300	2.62	2.6	2.64	2.6	2.58	2.53
400	2.62	2.63	2.66	2.55	2.57	2.55
500	2.63	2.64	2.64	2.56	2.6	2.54
600	2.64	2.64	2.65	2.56	2.57	2.53
700	2.63	2.66	2.64	2.64	2.58	2.55
800	2.69	2.69	2.74	2.6	2.64	2.56
900	2.65	2.71	2.76	2.66	2.65	2.63
1000	2.74	2.75	2.8	2.66	2.62	2.57
1100	2.75	2.8	2.84	2.69	2.62	2.57

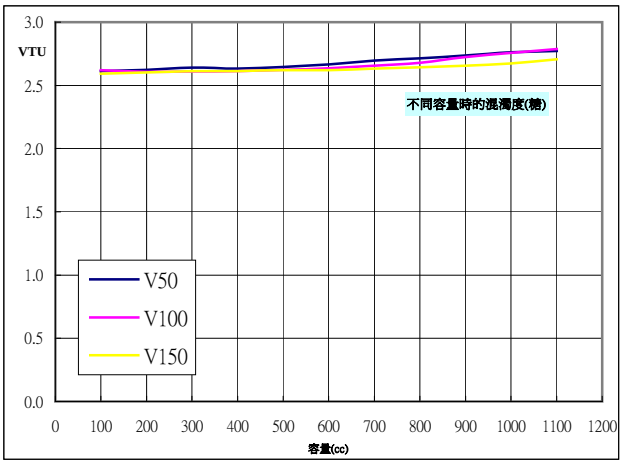
	水-avg	油-avg
空杯	2.5	2.5
100	2.61	2.57
200	2.61	2.56
300	2.62	2.57
400	2.64	2.56
500	2.64	2.57
600	2.64	2.55
700	2.64	2.59
800	2.71	2.60
900	2.71	2.65
1000	2.76	2.62
1100	2.80	2.63



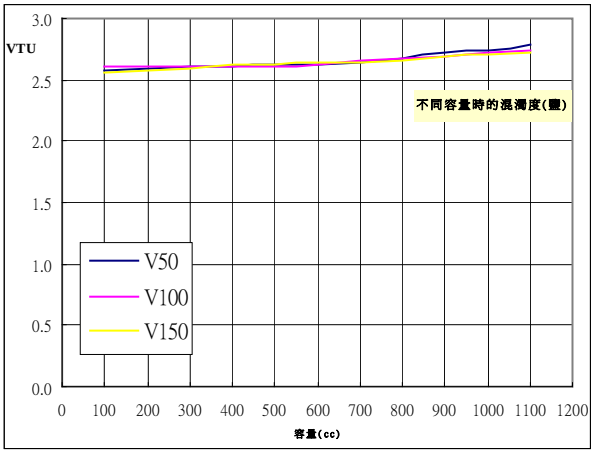
水、油在不同容量時的混濁度

二、 測量不同濃度溶液的混濁度。

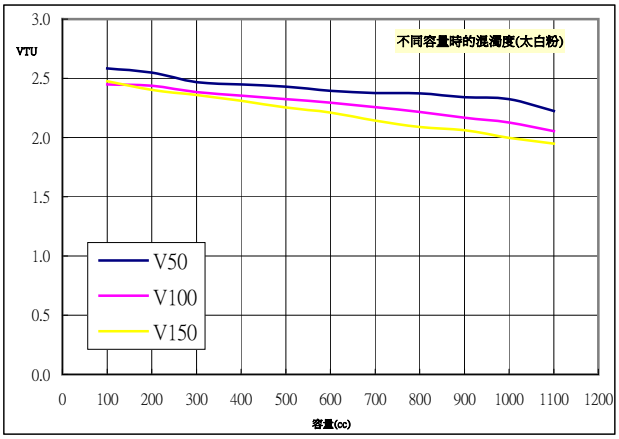
下列表中，V50、V100、V150 分別表示將 50g 100g 150g 的溶質溶於 1100cc 的水裡。



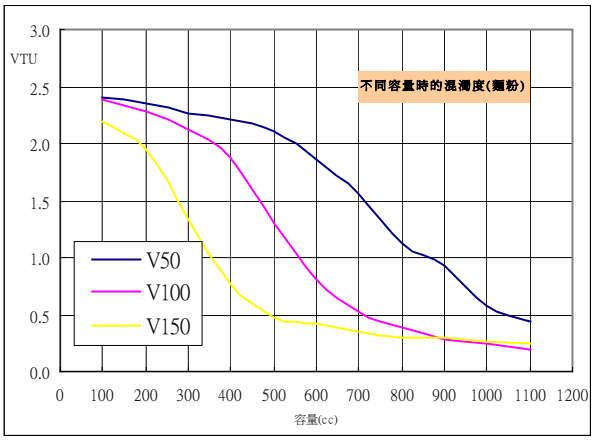
不同容量時的混濁度(糖)



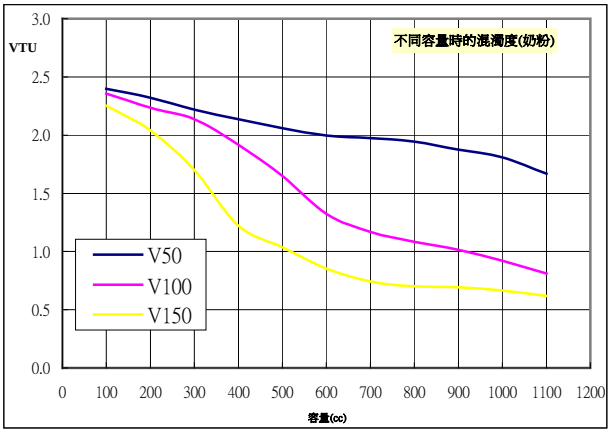
不同容量時的混濁度(鹽)



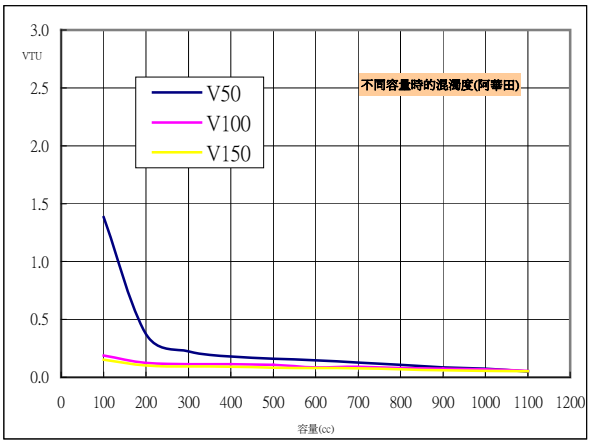
不同容量時的混濁度(太白粉)



不同容量時的混濁度(麵粉)



不同容量時的混濁度(奶粉)



不同容量時的混濁度(阿華田)

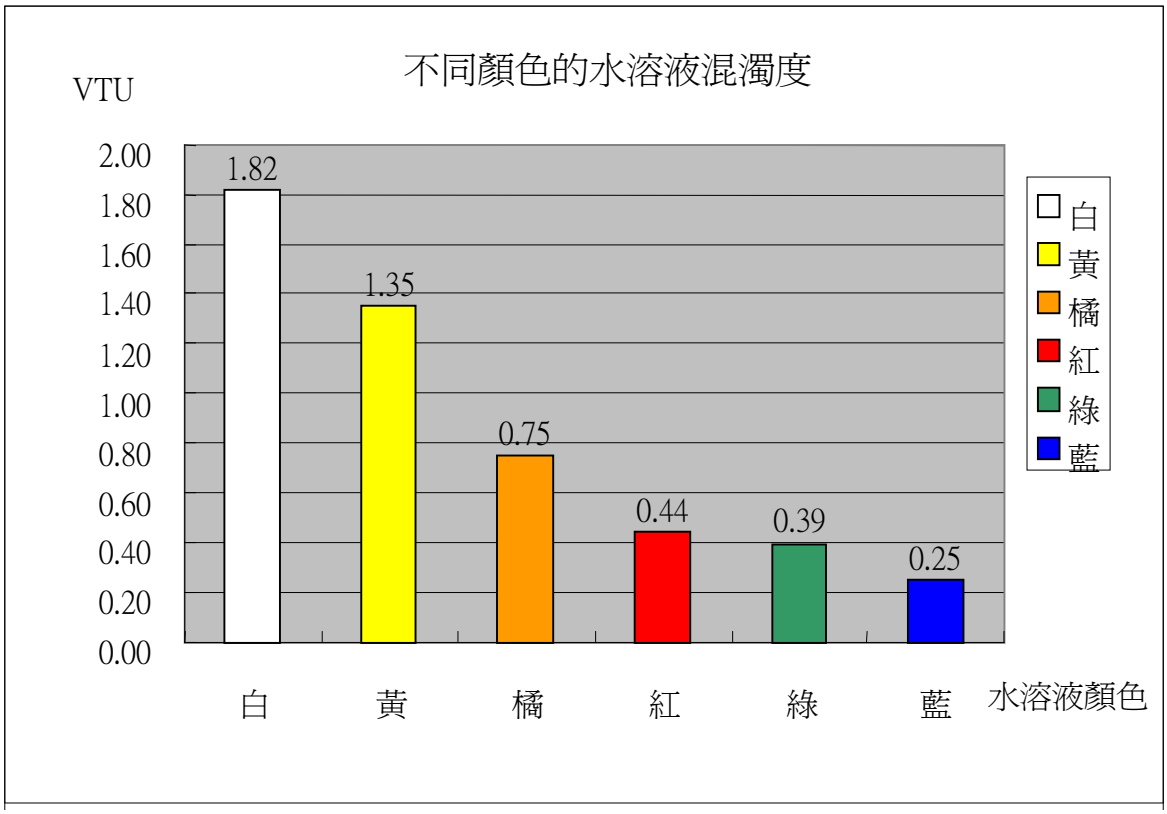
發現：

1. 測量相同濃度不同容量的水溶液中，水、沙拉油、鹽水、糖水水溶液的混濁度較不受容量的多寡影響。

2. 測量相同濃度不同容量的水溶液中，麵粉、太白粉、奶粉、阿華田溶液的混濁度會隨著容量越多，VTU 越高。
3. 比較不同濃度的水溶液中，鹽水、糖水的混濁度沒有太大的差別。
4. 比較不同濃度的水溶液中，麵粉、太白粉、奶粉、阿華田溶液的混濁度會隨濃度增加，VTU 明顯下降，表示混濁度明顯增高。
5. 水、沙拉油、鹽水、糖水水溶液屬於『真溶液』。
6. 麵粉、太白粉、奶粉、阿華田溶液屬於『懸浮溶液』。

實驗四：測量不同顏色溶液的混濁度。

VTU 值 / 水溶液	第一次	第二次	第三次	平均
白	1.81	1.81	1.83	1.82
黃	1.5	1.2	1.34	1.35
橘	0.73	0.75	0.77	0.75
紅	0.43	0.44	0.45	0.44
綠	0.47	0.36	0.35	0.39
藍	0.21	0.23	0.3	0.25



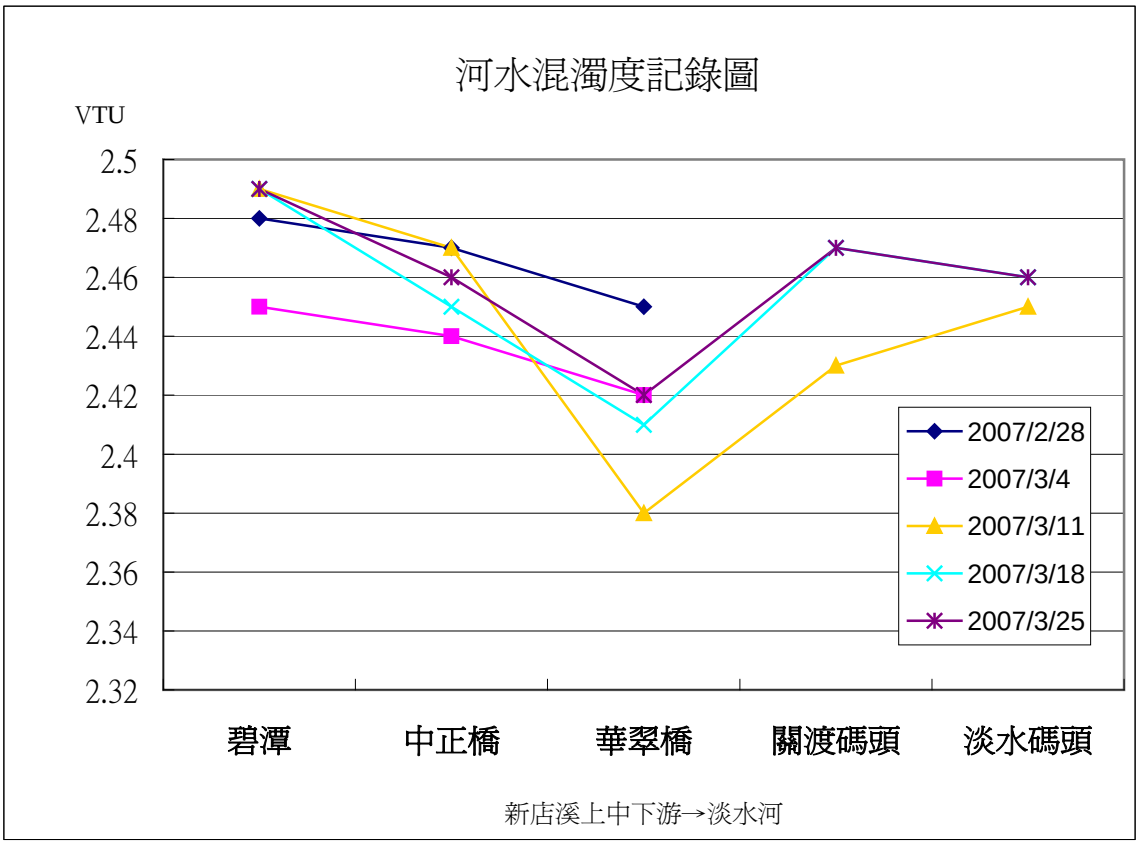
發現：

1. 相同濃度容量但顏色不同的水溶液其混濁度會不同。
2. 顏色越深混濁度越高，VTU 值越低；五種水溶液混濁度：藍色>綠色>紅色>橘色>黃色>白色。

實驗五：測量新店溪流域上、中、下游及淡水河水質的混濁度。

混濁度(VTU)

	碧潭	中正橋	華翠橋	關渡碼頭	淡水碼頭
2007/2/28	2.48	2.47	2.45		
2007/3/04	2.45	2.44	2.42		
2007/3/11	2.49	2.47	2.38	2.43	2.45
2007/3/18	2.49	2.45	2.41	2.47	2.46
2007/3/25	2.49	2.46	2.42	2.47	2.46

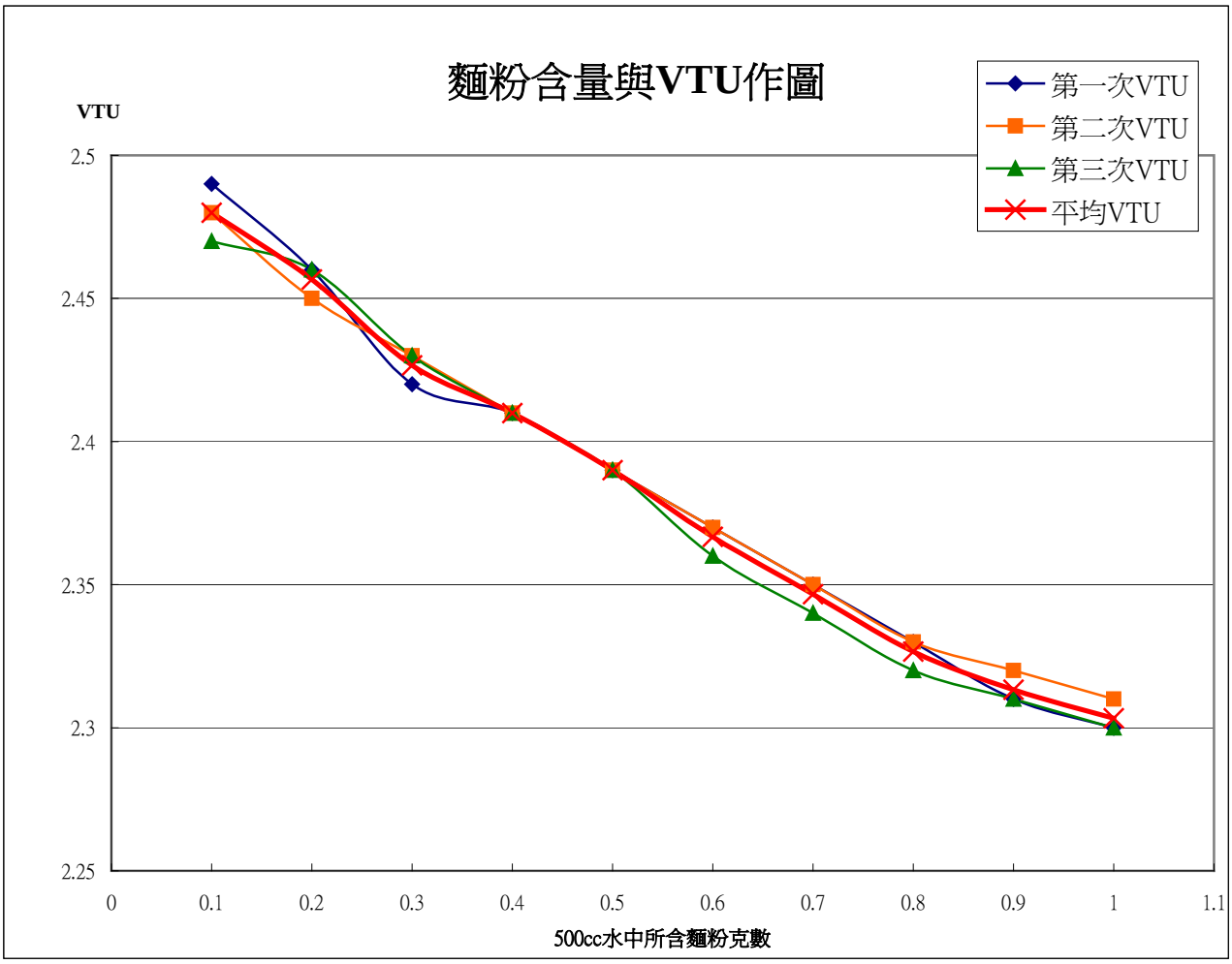


發現：

1. 華翠橋(新店溪下游)附近的河水最污濁，新店溪混濁度：下游>中游>上游。
2. 五次取樣比較各個不同地點的水質，以碧潭(新店溪上游)的河水最清澈。

實驗六：以不同濃度麵粉溶液的混濁度，表達『光電池法』測出的溪水混濁度

編號	欲泡製 (cc)	內含麵粉 (g)	需原液 (cc)	加水 (cc)	第一次 VTU	第二次 VTU	第三次 VTU	平均 VTU
A	500	0.1	50	450	2.49	2.48	2.47	2.48
B	500	0.2	100	400	2.46	2.45	2.46	2.46
C	500	0.3	150	350	2.42	2.43	2.43	2.43
D	500	0.4	200	300	2.41	2.41	2.41	2.41
E	500	0.5	250	250	2.39	2.39	2.39	2.39
F	500	0.6	300	200	2.37	2.37	2.36	2.37
G	500	0.7	350	150	2.35	2.35	2.34	2.35
H	500	0.8	400	100	2.33	2.33	2.32	2.33
I	500	0.9	450	50	2.31	2.32	2.31	2.31
J	500	1	500	0	2.3	2.31	2.3	2.3



發現：

1. 麵粉溶液的濃度越大，VTU 值越低，混濁度越高。
2. 經三次實驗結果，麵粉溶液的混濁度 VTU 值，每次測量結果誤差並不大，且隨濃度增加而逐漸下降。

柒、 討論

一、『光電池法』：

太陽能光電池是一種利用太陽光直接發電的光電半導體薄片，它祇要一照到光，瞬間就可輸出電壓及電流。而這種太陽能光電池 (Solar cell)簡稱爲太陽能電池或太陽電池，我們就是利用太陽能電池需要光來輸出電壓的原理，當光源經過較混濁的水質時，照射到太陽能光電池的光源就相對變小，輸出的電壓值也就較小，當光源經過清澈的水質時，大部份的光源能穿透水質照射到太陽能板，輸出的電壓值也就較大。

二、影響溶液混濁度的因素：

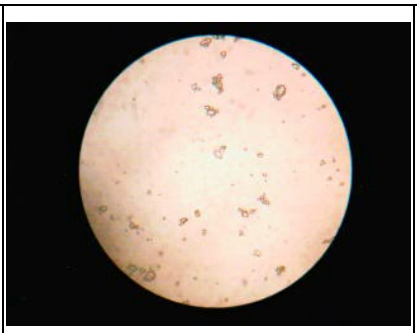
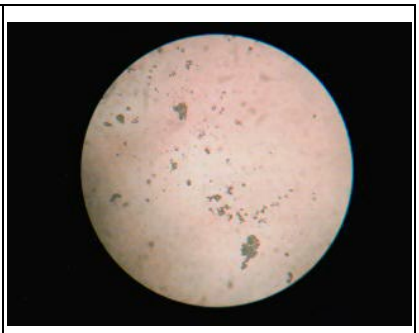
性　　質：實驗二中發現，『真溶液』的 VTU>『懸浮溶液』的 VTU，表示『真溶液』混濁度較低透光性高而『懸浮溶液』的混濁度較高。

濃　　度：實驗三中發現，同種類的懸浮溶液中，容量相同時，濃度越大 VTU 越低，表混濁度越高，1100cc 的溶劑中含有 150g 的溶質混濁度最大，其次是含有 100g 的溶質，最低的是含有 50g 的溶質。

顆粒大小：實驗二中發現麵粉、太白粉、奶粉、阿華田的水溶液濃度皆一樣，但其混濁度卻不同，混濁度：麵粉>奶粉>太白粉>阿華田，我們利用顯微鏡觀察，發現麵粉的顆粒最大，其次是阿華田和奶粉，太白粉顆粒較小。

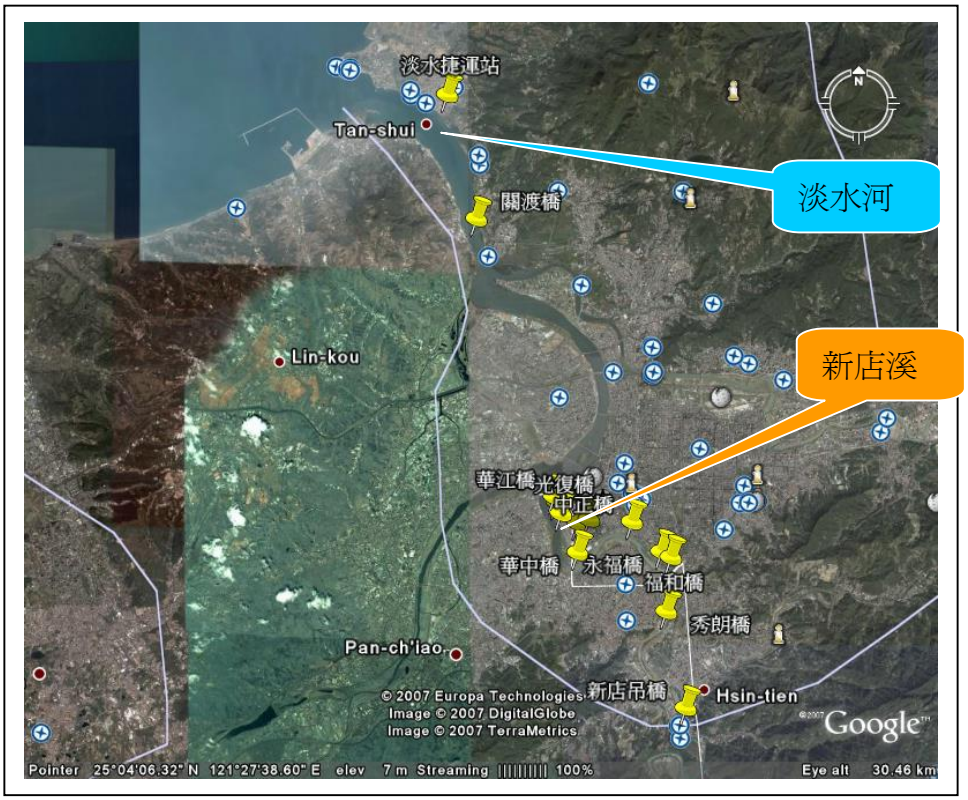
顏　　色：透過顯微鏡觀察，發現懸浮溶液中『奶粉』和『阿華田』的顆粒大小差不多，但是阿華田的 VTU=0.11，奶粉的 VTU=1.65，阿華田的混濁度明顯高很多，研判是顏色導致，顏色越深，透光度越差，混濁度則越高。另外從實驗四更証明不同顏色的溶液其混濁度確實會不同，混濁度：藍色>綠色>紅色>橘色>黃色>白色，証實顏色亦是影響溶液混濁度的因素之一。

容　　量：利用『光電池法』測懸浮溶液的混濁度，容量的多寡也會影響其混濁度，因此之後測溪水的混濁度，我們控制水質容量都在 500cc，避免因水量不同，影響實驗結果。

		
利用顯微鏡觀察各溶質顆粒大小	在顯微鏡下的太白粉顆粒	在顯微鏡下的麵粉顆粒

三、探討溪流混濁度：

1. 我們想了解同一條溪流的混濁度是否有差別，老師教我們一種軟體 Google Earth，功能很強可以看各地區的地圖(如下圖)，有了這個超強軟體，我們討論取水地點，最後分別以碧潭、中正橋、華翠橋橋下三處的水代表新店溪上、中、下游的水。從地圖上看到新店溪最後會流入淡水河，因此我們也到關渡碼頭、淡水碼頭二個地方去取水，比較這些地方河水混濁度的差別。為了避免只取一次即代表河水水質混濁度導致不客觀的結果，我們利用連續五個星期六日上午十點的時間去取樣。



2. 在取樣的過程時，我們也透過目視法觀察新店溪上、中、下游的水質，光復橋下的水看起來最混濁，但實際取到的水並不如想像中混濁。我們覺得看起來很髒的原因應該是河床的淤沙，而這幾處地點的河水測量結果總是以新店溪下游的華翠橋橋下的水最混濁。

3. 影響河水混濁度的因素有很多，人為方面有：家庭污水、工礦污水、畜牧廢水、垃圾及其滲出水…等等；天然方面有：地形、降雨、潮汐引起洄流….等因素。我們的研究主要在自行開發出一個測量水質混濁度的工具與方法，同時利用此方法測量不同地區的溪水，至於造成新店溪及淡水河水質混濁度的因素，礙於研究時間並無進一步探討，但這部份是我們未來展望的，期望利用『光電池法』來繼續研究探討影響溪水水質的因素。

四、溪流混濁度具體化：

1. 從沙奇盤、量筒測水質混濁度或昂貴電子儀器來測量，甚至用我們發明的「光電池法」，測量出來的單位不管是 JTU、NTU 或是我們定義的 VTU，我們都覺得有些抽象，例如某溶液混濁度是 60JTU 或是 2NTU 亦或是 2.37VTU，它~到底是多混濁呢？為了解決我們心中的疑惑，我們調配出十個「標準溶液」來對照，例如在 2007/3/17 測得華翠橋橋下的水質混濁度 VTU=2.38，其混濁程度就相當於 0.5~0.6g 的麵粉溶於 500cc 水中的漂準溶液混濁程度。

2. 造成河水混濁的原因有很多，例如水中含有金屬離子、泥炭土、腐植質、浮游生物、水草、微生物….等等，我們很難完全模擬一套造成溪流混濁的真實標準溶液，但由實驗三，我們發現麵粉溶液的 VTU 值會隨著濃度增加而呈直線下降，且下降的範圍較廣，下降曲線很漂亮，因此我們選擇「麵粉」來當「標準溶液」的「標準溶質」，利用麵粉調配出一套標準溶液來對照河水的混濁度。

3. 利用光電池法來測量混濁度，這種方法也許不如五萬元儀器測量的精準，但比起肉眼判斷來得客觀可靠。

捌、 結論

一、 成功的製作出測量溶液混濁度的工具，利用此工具測量混濁度的方法，我們稱為『光電池法』，測量的單位為 VTU(Volt Turbidity Units)。溶液的混濁度越高 VTU 低，反之；溶液的混濁度越低 VTU 高。

二、 利用電燈、木板及要淘汰的計算機裡的光電池製作，不僅花費少，同時避免了目視法衡量混濁度不夠客觀的結果，也可以說我們用自己能理解的方式「量化了溶液的混濁度」。

三、 相同容量時，懸浮溶液的混濁度較真溶液高。

四、 影響懸浮溶液混濁度的因素有『濃度』、『顏色』、『溶質顆粒大小』。經實驗結果，濃度越大、顏色越深、溶質顆粒越大所測得的 VTU 值越低，混濁度越高。

五、 淡水河及新店溪的溪水中，以新店溪下游華翠橋橋下的水最混濁，其混濁程度相當於 0.5~0.6g 的麵粉溶於 500 cc 水中的標準溶液。

玖、 參考資料及其他

1. 行政院環境保護署。**水(含飲用水)**。取自 http://www.epa.gov.tw/main/index.asp。
2. 行政院環境保護署。**水體透明度測定方法** 取自 http://www.niea.gov.tw/niea/LIVE/E22050C.htm。
3. 上泰儀器股份有限公司 http://www.suntex.com.tw/product/ 。
4. 行政院環保署審訂(民 82)。**生態環境的惡化**。智茂文化。

【評　語】　081503　你有多「混」，我知道

1. 另一種使用太陽能板的方法，有創意。

2. 研究架構究整，極具參考價值。

3. 缺乏可與現在儀器的對照表。

4. 表達能力佳，解說清楚，台風穩健。

5. 兼具物理性質的研究，和實際的應用難能可貴。