

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高中組 化學科

040206

L、a、b—數位相機與溶液濃度的探討及運用測定平衡常數、溶液滲透壓

學校名稱：臺北市私立薇閣高級中學

作者： 高二 柯允天 高二 游靖堂 高二 陳 鴻	指導老師： 鄭瓊婷 廖千瑋
---	-----------------------------

關鍵詞：平衡常數、滲透壓、數位相機

L、a、b—數位相機與溶液濃度的探討及應用平衡常數測定

摘要

常用定量分析方法有傳統滴定法，但此方法較費時且藥品耗用量較大；另一種光譜分析法，準確度較高，但是分析儀器昂貴。本研究欲發展一套簡便、快速的定量分析方法--快速色差法，主要是利用數位相機對溶液照相，利用電腦影像軟體photoshop擷取L、a、b數值作分析，求出其色差(ΔE 值)，利用 ΔE 與濃度的線性關係建立檢量線，再求得待測溶液濃度。

將此方法運用於量測高中課綱比色法實驗，大大提升了量測平衡常數的準確度，提供較客觀的判讀方式。操作實驗時先按照一般步驟利用人眼去判斷標準液與未知液之顏色差異，接著再將兩管溶液分別倒入燒杯中，利用我們所建立的裝置搭配電腦軟體去判讀色差，比較兩種方式所算出的平衡常數。

壹、研究動機

量測高中課綱比色法實驗，以往操作此實驗需要依靠人為主觀顏色判定，因此常常造成實驗結果誤差過高，而無法獲得較準確的平衡常數。有鑑於此，想要設計一套方式可以準確測量相關顏色變化的實驗，因此我們利用電腦軟體的輔助來代替人眼來幫助我們判斷比色法的實驗溶液顏色上的差異，如此即可降低作實驗不必要的誤差！另外，也想將這套系統應用到有關於顏色變化的測量，因此將此套系統應用到測量溶液透壓，利用水晶寶寶搭配此套裝置進行一連串的實驗，以期望測量溶液之滲透壓。

貳、研究目的

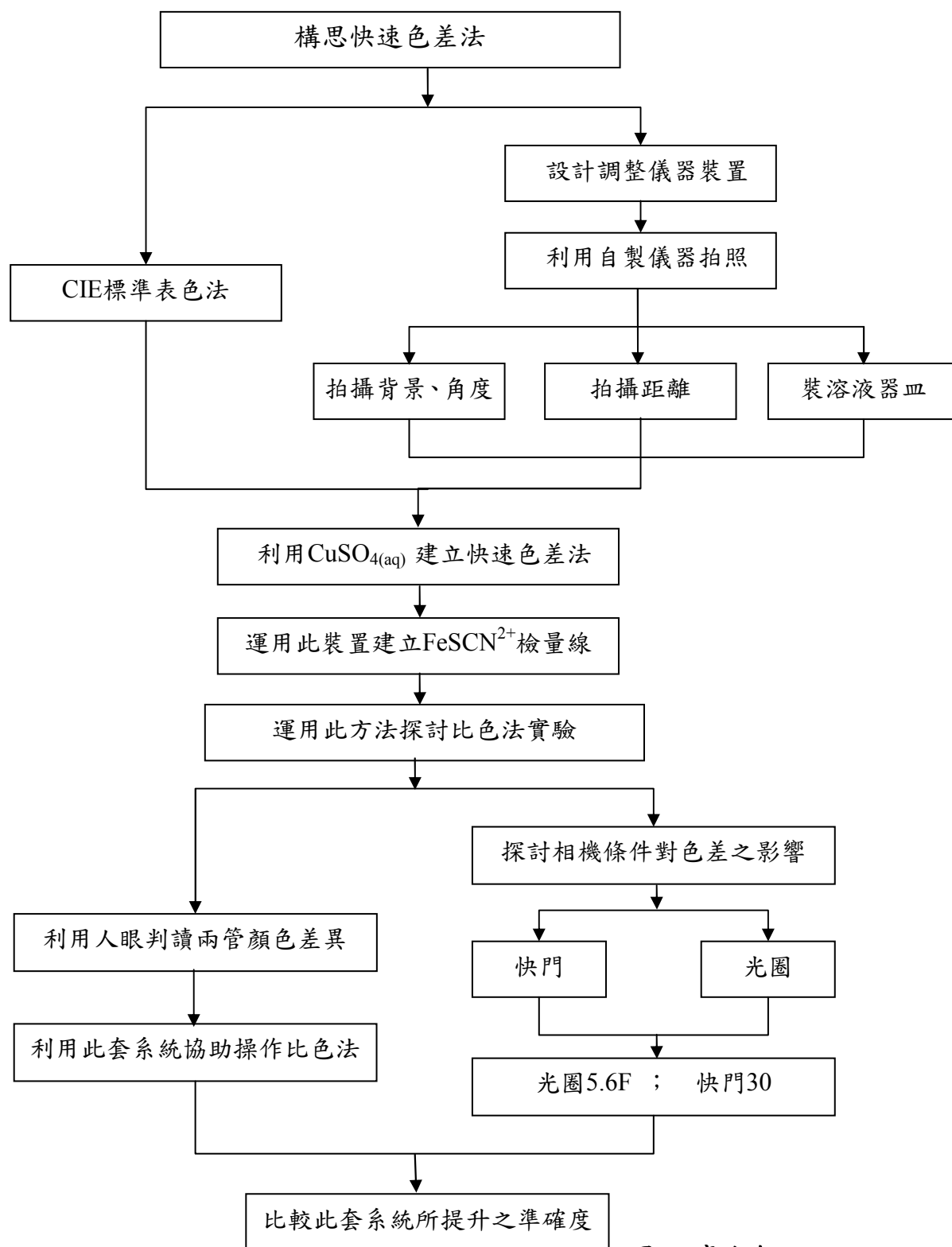
- 一、構思快速色差法的方法。
- 二、設計調整儀器裝置。
- 三、利用自製儀器拍照(拍攝背景、角度、拍攝距離、裝溶液器皿)。
- 四、利用CuSO_{4(aq)} 建立快速色差法。
- 五、運用此裝置建立FeSCN²⁺之檢量線。
- 六、應用此套系統增加比色法實驗之準確度。
- 七、應用此套系統量測溶液之滲透壓。

參、研究設備及器材

實驗儀器	數量
容量瓶 100ml、1000ml	五個
燒杯 100ml	十個
電子天平(精準至 0.01g)	一台
試管	十支
秤量瓶	十個
比色管	十支
玻璃棒	一支
單眼相機 (830 萬畫素)	一台
安全吸球	一個
分度吸量管 (10ml)	一支
漏斗	一個
Photoshop 軟體	一套
微量吸管 (5ml, 1ml)	二支
自製拍攝裝置 (29.3*22*12cm)	一個

實驗藥品	數量
硝酸鐵 (試藥級)	一瓶
硫氰化鉀(試藥級)	一瓶
硫酸銅(試藥級)	一瓶
蒸餾水(試藥級)	15 升
過錳酸鉀(試藥級)	一瓶
鉻酸鉀(試藥級)	一瓶
二鉻酸鉀(試藥級)	一瓶
氯化鈉(試藥級)	一瓶
氯化鈣(試藥級)	一瓶
氯化銨(試藥級)	一瓶
醋酸銨(試藥級)	一瓶

肆、研究過程或方法



圖一 實驗流程

一、CIE標準表色法:

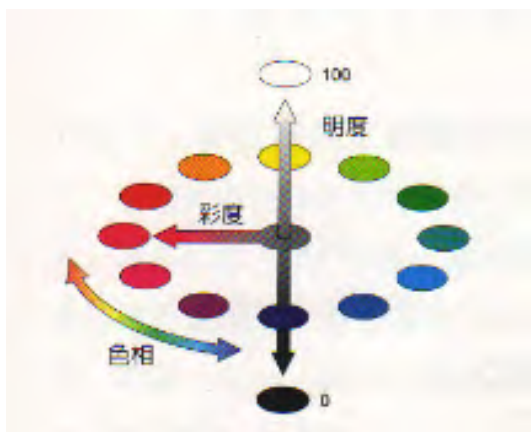
對於顏色的陳述方式主觀來說是由人的肉眼判斷其色澤，此方式依賴人由視覺來判斷，此種判斷方式尚未絕對科學，對於色彩的描述存在很大的個人色覺誤差。因此CIE國際照明委員會陳述顏色的方式是”CIE標準表色法”，分別將顏色的明度、彩度及色相定量，一般採用L、a、b絕對值表示法，如圖二色立體所示。L、a、b值的測量範圍如圖三 L灰色標以及圖四 ab色度圖所示，以這三個數值所建立的系統來表示顏色。另外對於顏色之間的差異性，可使用色差來表達，色差的意義以及分類標準以

$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ 如圖五來表示，色差的分類等級以 ΔE 值來

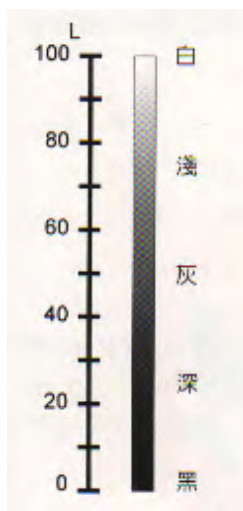
表示，如下表所示:

色差分類等級	ΔE 值	表示方式
第一級色差	0~0.5	極微色差
第二級色差	0.5~1.5	微小色差
第三級色差	1.5~3.0	可感色差
第四級色差	3.6~6.0	明顯色差
第五級色差	6.0~12.0	頗大色差
第六級色差	12.0~以上	極大色差

以色差分類等級的級數而言，第三級色差以上，是使用肉眼即可辨識的色差，而第一級及第二級色差則屬於一般人肉眼無法辨識的範圍。

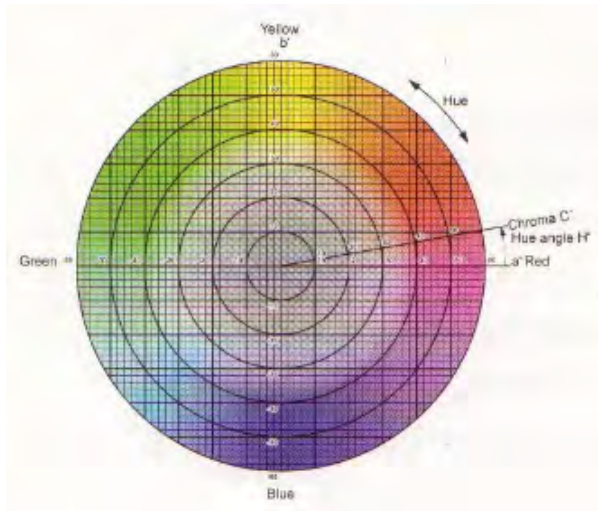


圖二 色立體



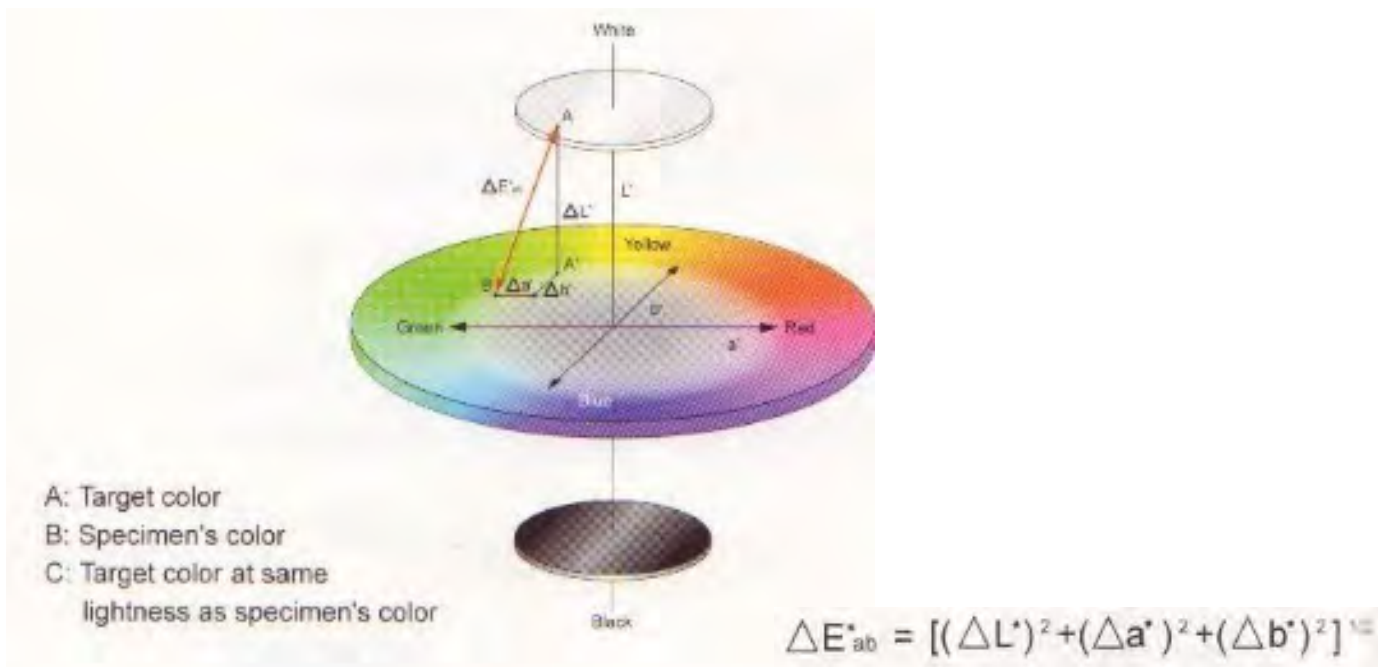
圖三 L灰色標

圖片擷取自洪偉章等, 化粧品原料及功能



圖四 ab 色度圖

圖片擷取自洪偉章等, 化粧品原料及功能



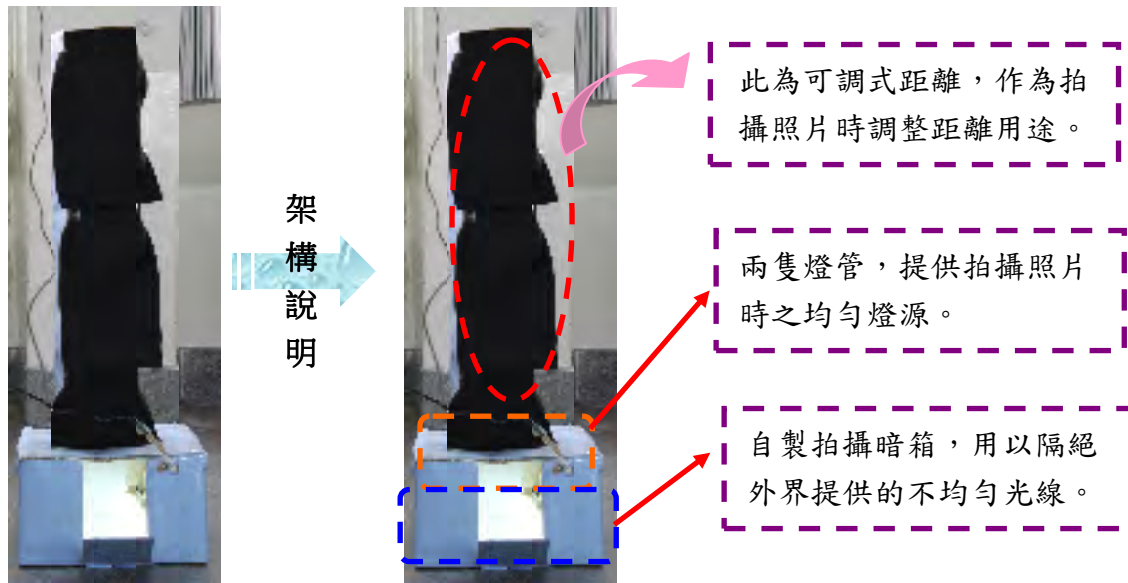
圖五 色差表示法

圖片擷取自洪偉章等, 化粧品原料及功能

我們運用上述CIE的標準表色法，去定量不同濃度之有色溶液。因為溶液濃度高低會產生深淺不一的顏色色差，先用相機拍攝配製好的溶液，再以影像軟體Photoshop分析照片的L、a、b值，求出其色差(ΔE值)，建立濃度與ΔE值的檢量線，再利用檢量線去求得未知溶液的濃度。

二、設計調整儀器裝置:

我們製作一長 29.3cm、寬 22cm、高 12cm 的紙箱，作為隔絕外界不均勻光線，並將其內部都貼上白紙並且架上兩根 30cm 長之 T5 燈管作為拍攝時之光源，如圖六所示。



圖六 量測裝置圖

三、利用自製裝置拍照:

配製 0.04M CuSO_4 水溶液到 0.20M CuSO_4 水溶液(每隔 0.04M，共五個溶液濃度各 100mL)，每次以吸量管吸取 10mL 放置於 50mL 燒杯中進行影像拍攝，拍攝後以 photoshop 影像處理軟體擷取 10 點之 L、a、b 數值，再利用 excel 進行 ΔE 計算。

1. 不同拍攝角度、背景

選擇側面拍攝以及由上往下拍攝；另外有利用黑紙和白紙當作背景來拍攝。

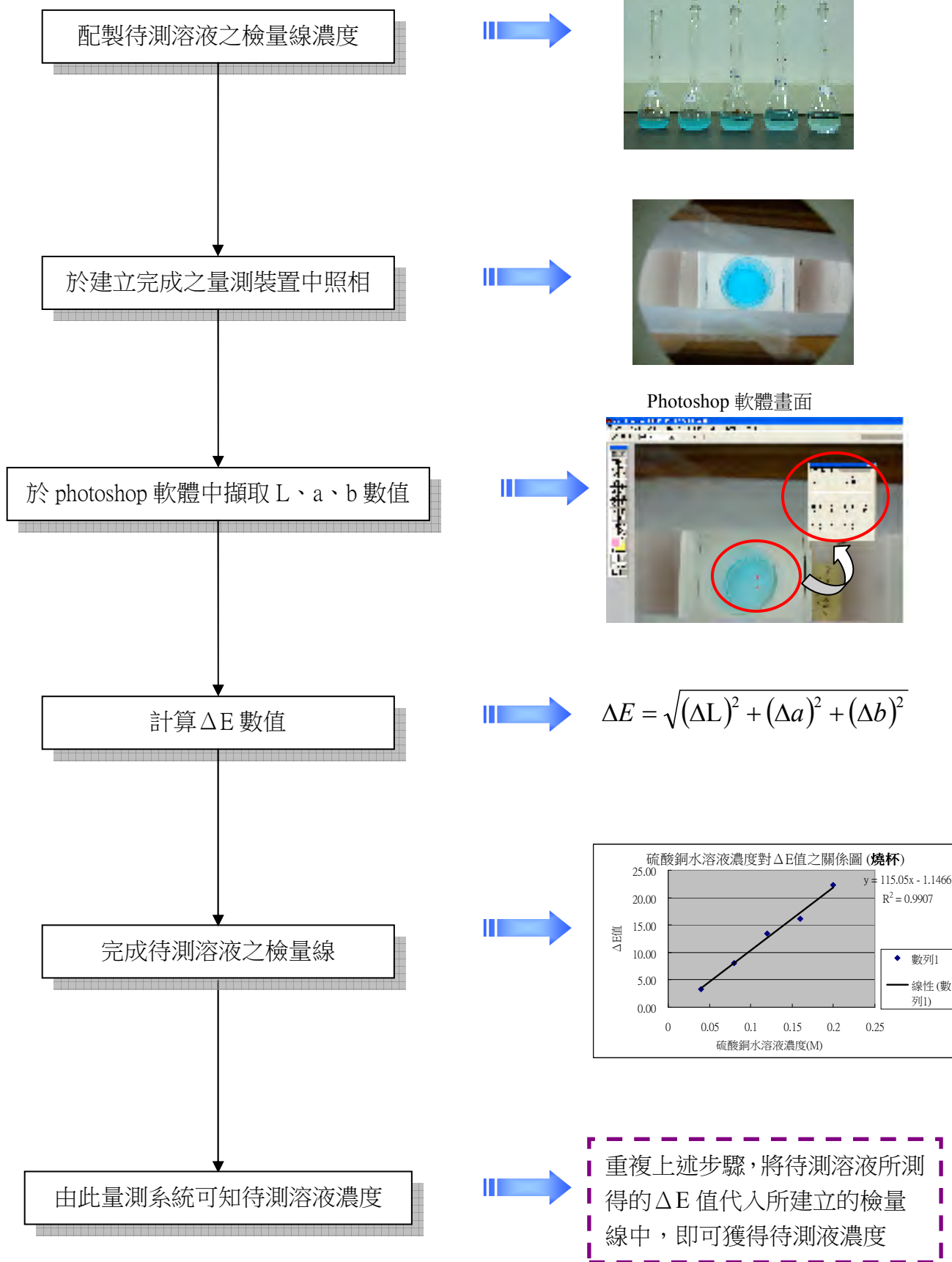
2. 不同裝溶液的器皿

用 50mL 燒杯、秤量瓶、培養皿這三種容器來盛裝溶液進行拍攝。

3. 不同拍攝距離

以不同拍攝距離進行拍攝選擇比較，分別把相機放在距離拍攝溶液 15cm、30cm、45cm、60cm 的位置拍攝溶液。

四、利用 $\text{CuSO}_{4(aq)}$ 建立快速色差法:



圖七 快速色差法操作流程

五、比色法

1. 溶液配製:

將0.02M的KSCN水溶液及0.2M的硝酸鐵水溶液各5mL在平底試管混合。接著將 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 水溶液稀釋成0.1M、0.06 M、0.05 M、0.04 M、0.036 M、0.025 M、0.016 M、0.0125 M、0.0064 M、0.00256 M、0.001024 M十一種不同濃度各5mL並再與0.02M的硫氰化鉀水溶液混合作為實驗組，依序編號1到11號。

2. 光圈、快門:

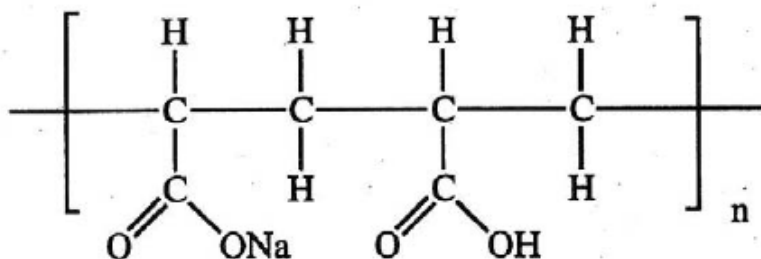
在進行平衡常數測定之前，必須先調控照相的參數(光圈、快門時間)。利用單眼相機拍攝，先固定光圈，測定快門時間，用以找出最佳條件以便進行後續的拍攝。

3. 電腦軟體操作

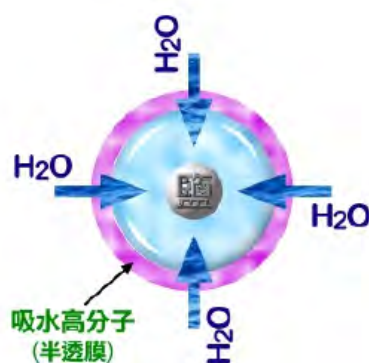
將拍好的照片經由Photoshop擷取L.a.b值用以算出色差dE。

六、滲透壓測定

吸水高分子(簡稱 SPA)有著超強大的吸水力，還有優質的保水性，吸水後膨脹的體積可為自身的數十倍，甚至可高達千倍。最常見的一種吸水性高分子是由丙烯酸(acrylic acid)及丙烯酸鈉(sodium acrylate)聚合而成的聚丙烯酸鈉(sodium polyacrylate)(如圖八)，高分子的聚丙烯酸鈉是半透膜，利用半透膜只容許水分子通過的性質，將聚丙烯酸鈉製成一個小圓球，並在圓球的球殼內部包入鹽巴。此吸水高分子是利用滲透的概念，而所謂滲透的意思是用半透膜隔開兩種不同濃度的溶液，其中溶質不能透過半透膜，而濃度較低一方的水分子通過半透膜到達濃度較高的另一方，直到兩側的濃度相等為止。當高分子聚丙烯酸鈉與水接觸，由於小圓球內外部的溶液濃度差極大，使得大量的水分子由小圓球外部滲透入內部的高鹽溶液(如圖九)，而吸水高分子吸收的水量與接觸的溶液種類絕大的關係。



圖八 聚丙烯酸鈉(sodium polyacrylate)分子結構式



圖九 吸水高分子水分子滲透示意圖

實驗一：比較各甲、乙、丙家廠商的水晶寶寶品質，選擇品質佳者為實驗樣品。

1. 將各家廠商的水晶寶寶置入不同的燒杯。
2. 每隔一小時拍照觀察比較出何種水晶寶寶品質較好且較穩定。

實驗二：利用重量差觀察在各離子溶液的水晶寶寶。

1. 取 NaCl 、 Na_2SO_4 、 CaCl_2 、 NH_4Cl 、 CH_3COOH 、 CuSO_4 、 K_2CrO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 KMnO_7 等九種鹽類，分別配置體積莫耳濃度 0.001953 M、0.003906 M、0.007813 M、0.015625 M、0.03125 M、0.0625 M、0.125 M、0.25 M、0.5 M、1 M 等十個濃度。
2. 將泡好水的水晶寶寶分成五顆一組並秤其重量，並記錄下來。
3. 把秤好重量的各組水晶寶寶置入不同莫耳濃度的鹽類溶液中，經過四小時後將水晶寶寶取出秤其重量，並記錄下來。

實驗三：利用拍照裝置觀察在各離子溶液的水晶寶寶。

1. 取 CuSO_4 、 K_2CrO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 KMnO_7 等四種鹽類，分別配置體積莫耳濃度 0.001953 M、0.003906 M、0.007813 M、0.015625 M、0.03125 M、0.0625 M、0.125 M、0.25 M、0.5 M、1 M 等十個濃度。
2. 將泡好水的水晶寶寶分成五顆一組並秤其重量，並記錄下來。
3. 把秤好重量的各組水晶寶寶置入不同莫耳濃度的鹽類溶液中，經過四小時後將水晶寶寶取出拍照，並記錄下來。

伍、研究結果與討論

建立拍照系統

一、利用自製裝置拍照

(一) 不同拍攝角度、背景

[結果]:我們有嘗試用黑色當作背景,但是對於硫酸銅水溶液來說透光度太低,因此採用白色當做拍攝的背景,如圖十、十一所示。

拍攝時照片所顯現出的陰影為光源不均勻照射的結果,如圖十三所示,因此我們利用一自製拍攝裝置,用以隔絕外界提供的不均勻光線所造成照片影像之陰影,再架上兩根 T5 日光燈管作為拍攝時所提供的均勻的光源,並且由上往下拍攝溶液,這種拍攝角度可以避免盛裝容器之器壁反射所造成的陰影影響結果,如圖十二、十三所示。



圖十 背景為黑紙



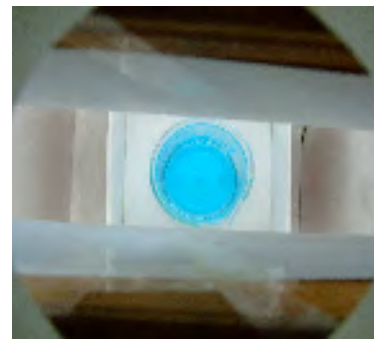
圖十一 背景為白紙



圖十二 器壁反光



圖十三 外界不均勻光線



圖十四 在裝置中拍攝

[討論]: 照相時須排除背景色系干擾,才不會影響在 photoshop 影像分析時所擷取的影像顏色之 L、a、b 數值,進而導致我們所探討的 ΔE 值有誤差。色差分析法的準確性建立於必須拍攝出色彩一致的溶液顏色,影響相片色彩一致性的各種變因,主要原因為光源須為均勻光線、不受外界不均勻光線干擾、盛裝容器之器壁所造成的反光,因此控制住這些會影響相片色彩一致性的變因即可拍攝出色彩均勻的相片,本實驗所自製的拍攝裝置已控制這些變因,在裝置中拍攝,如圖十四所示。

(二) 不同裝溶液的器皿

[結果]:因為本實驗主要測定物質為溶液,因此盛裝溶液之器皿需經過測試,挑選出較好的盛裝容器,避免造成拍攝時會影響影像的誤差。本實驗配製五種不同濃度的硫酸銅水溶液,

盛裝在不同容器中進行拍攝，從中挑選出適合拍攝的盛裝溶液容器，分別利用50mL燒杯、秤量瓶、培養皿來測試及選擇。



由上往下拍攝，試管
容器底面積小。

圖十五 試管(底面積太小)



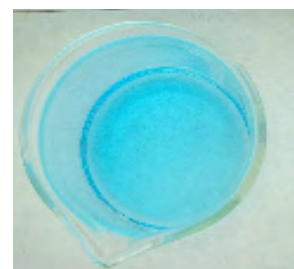
圖十六培養皿

培養皿底面積太大，
溶液顏色太分散。



圖十七秤量瓶

秤量瓶底面積小，溶
液顏色較集中。



圖十八 50mL 燒杯

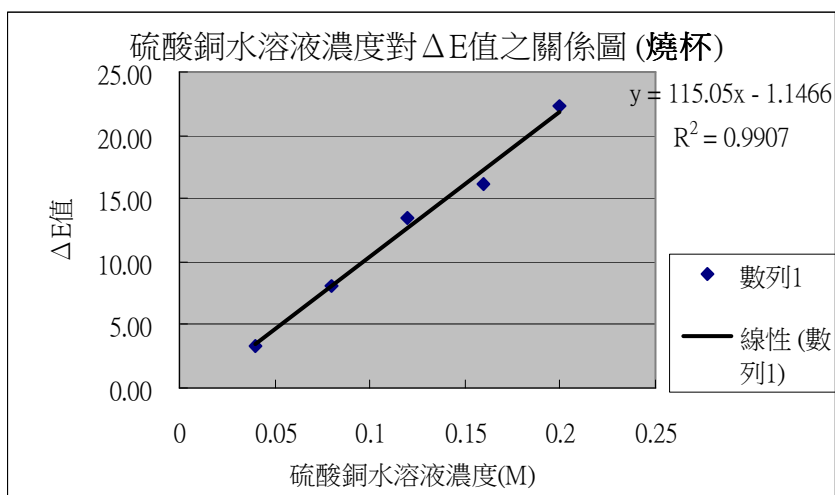
50mL 燒杯所建立的
檢量線線性最好。

[結果]:

1. 以50mL燒杯作為盛裝溶液容器:

下表為五種不同濃度硫酸銅水溶液拍攝所得的 ΔE 值。

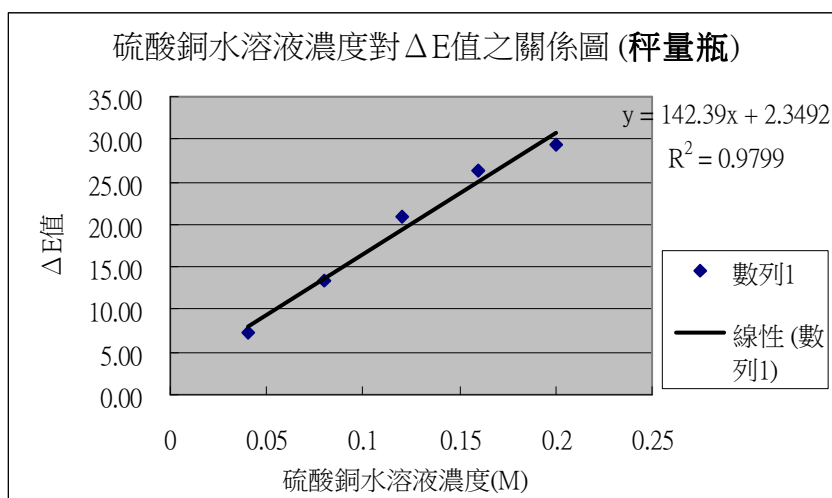
	0.04M	0.08M	0.12M	0.16M	0.20M
ΔE	3.31	8.04	13.50	16.20	22.24



2. 以**秤量瓶**作為盛裝溶液容器:

下表為五種不同濃度硫酸銅水溶液拍攝所得的 ΔE 值。

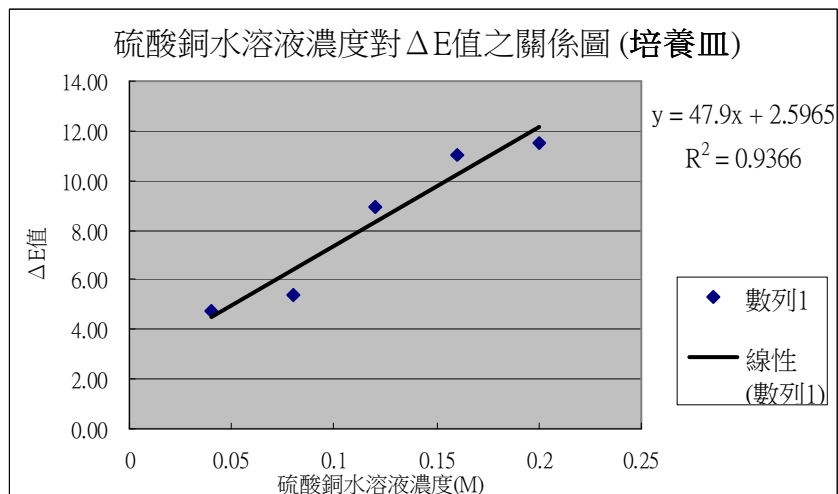
	0.04M	0.08M	0.12M	0.16M	0.20M
ΔE	7.26	13.40	20.95	26.27	29.30



3. 以**培養皿**作為盛裝溶液容器:

下表為五種不同濃度硫酸銅水溶液拍攝所得的 ΔE 值。

	0.04M	0.08M	0.12M	0.16M	0.20M
ΔE	4.76	5.43	8.96	11.05	11.53



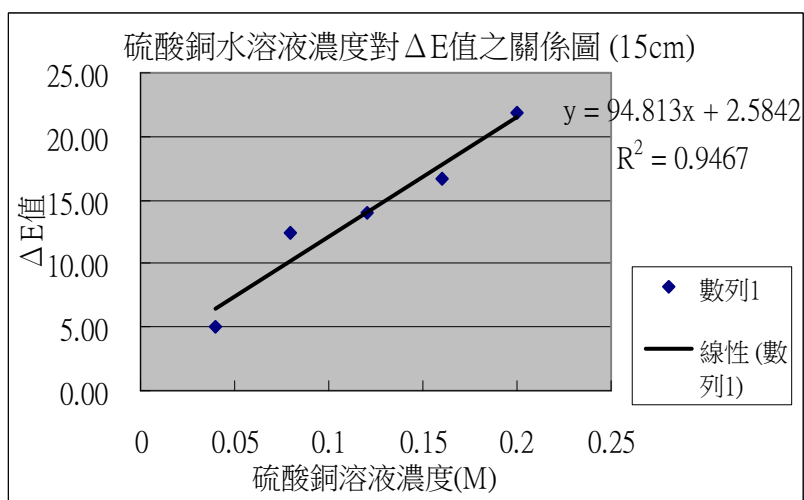
- [討論]:
1. 試管管口底面積太小、玻璃底部有不平整部分，拍攝時都會造成L、a、b數值的差異，如圖十五所示。因此我們採用50mL燒杯、秤量瓶、培養皿來測試及選擇。
 2. 由測試的數據顯示，50mL燒杯拍攝出來一系列硫酸銅水溶液的線性關係較好 ($R^2=0.9907$)，秤量瓶拍攝出來得結果次於50mL燒杯，培養皿的底面積太大，溶液顏色會分散掉，如圖十六所示。最後比較結果，我們選用50mL燒杯當作拍攝時之盛裝溶液容器，原因在於50mL燒杯的運用普遍性較高，根據實驗結果顯示燒杯有最好的線性關係。

	燒杯	秤量瓶	培養皿
R ² 值	0.9907	0.9799	0.9366
效果	最好	次之	再次之

(三) 不同拍攝距離

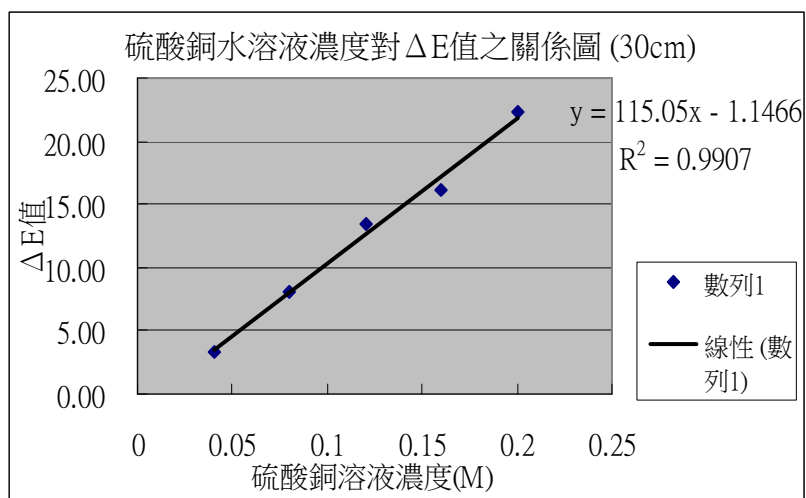
1. 拍攝距離 : 15cm

	0.04M	0.08M	0.12M	0.16M	0.20M
ΔE	5.02	12.38	13.93	16.62	21.86



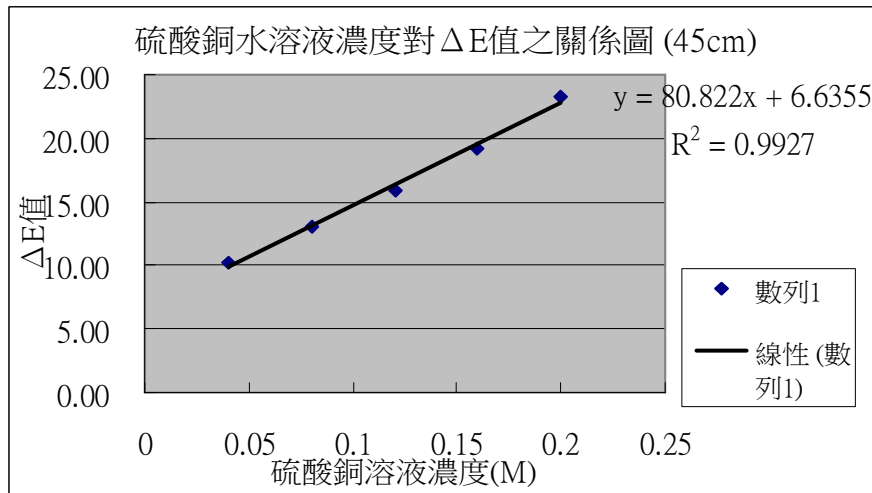
2. 拍攝距離 : 30cm

	0.04M	0.08M	0.12M	0.16M	0.20M
ΔE	3.31	8.04	13.50	16.20	22.24



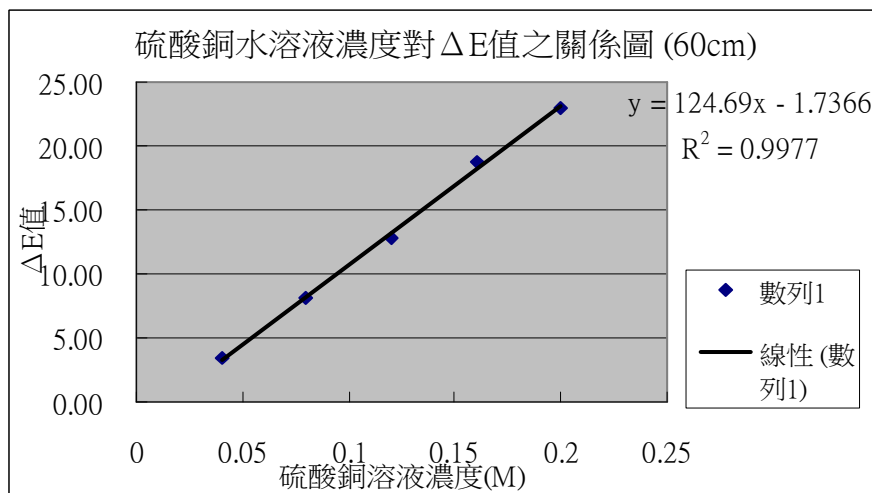
3. 拍攝距離:45cm

	0.04M	0.08M	0.12M	0.16M	0.20M
ΔE	10.20	13.11	15.85	19.18	23.33



4. 拍攝距離:60cm

	0.04M	0.08M	0.12M	0.16M	0.20M
ΔE	3.42	8.09	12.83	18.79	23.01



- [討論]:
1. 硫酸銅水溶液每一個濃度都有一個對應的 ΔE 值，計算方式是以拍攝蒸餾水照片的 L、a、b 數值為基準所得到的數值，硫酸銅水溶液濃度之變化量正比於 ΔE 值的變化量。
 2. 拍攝距離為 30cm 時已呈現良好的線性關係($R^2=0.9907$)，可以看到隨著拍攝距離的拉長，硫酸銅水溶液檢量線的線性越好，因此若是溶液的檢量線線性關係不好，則可以利用拉遠距離的方式達到較好的線性關係。接下來的實驗基於方便性都是採用距離 30cm 下拍攝。

測定平衡常數 K 值

一、利用比色法測量平衡常數

找三個人分別測量出由肉眼主觀分析所得到的 K 值

[結果]:

第一位測量者:

[Fe ³⁺]	[SCN ⁻]	K
0.04	0.01	156.4
0.016	0.01	196.3
0.0064	0.01	134.1
0.00256	0.01	138.5

第二位測量者:

[Fe ³⁺]	[SCN ⁻]	K
0.04	0.01	138
0.016	0.01	167.2
0.0064	0.01	105.8
0.00256	0.01	119.5

第三位測量者:

[Fe ³⁺]	[SCN ⁻]	K
0.04	0.01	218.6
0.016	0.01	178.2
0.0064	0.01	150.1
0.00256	0.01	98.2

[討論]:

由上述所列三人測量的 K 值，可以發現由肉眼判斷顏色存在很大的誤差，而且此誤差因人而異，對於操作此實驗來說個人因素是造成此實驗的最大誤差。

二、利用此套自製儀器測量 K 值

[結果]:

	[Fe ³⁺]	[SCN ⁻]	肉眼目視之 ΔE 值	經由儀器校正之 ΔE 值
標準液	0.08	0.01	3.3	0.9
待測液	0.04	0.01		

[討論]:

挑選[Fe³⁺]=0.04M，[SCN⁻]=0.01M 先由一名測量者進行肉眼比色，得到 K 值為 218.6，將此杯待測液和標準液一起放入拍攝的儀器裝置中，利用此套裝置進行拍攝，將拍攝完後的照片匯入電腦，在電腦軟體 photoshop 中擷取 Lab 數值，計算出標準液和待測液之 ΔE 值。欲藉由此套裝置代替肉眼降低 ΔE 值，因此藉由吸取出或是滴入待測液再進行相同實驗步

驟，直到我們所計算出來的 ΔE 值降到最低(ΔE 值=0.9)。經由此方式可以將肉眼所測出的 K 值=218.6(ΔE 值=3.3)校正成 K 值=180(ΔE 值=0.9)。

	標準液	稀釋液
L	40.4	38.6
A	40.8	42.2
b	50.6	48.2
ΔE 值	3.3	
K	200	



左方為稀釋液 右方為標準液

	標準液	稀釋液
L	38.2	38.2
A	41.4	40.8
b	47.1	47.8
ΔE 值	0.9	
K	180	



左方為稀釋液 右方為標準液

三、找出快門、光圈設定條件

	[Fe ³⁺]	[SCN ⁻]
標準液	0.08	0.01
待測液	0.0064	0.01

選擇待測液重點是找出顏色最淺的溶液，欲找出哪些拍攝條件下會將標準液和待測液之 ΔE 值降至最低。

先在5.6F iso400條件下，量測兩溶液間 ΔE 值的差異

快門 1/s	ΔE 值
30	6.8
40	4.5
50	4.4
60	4.6
80	5.5
100	5.7
125	5.3

在快門1/30 iso400 下改變光圈，量測兩溶液間 ΔE 值的差異

光圈	5.6	6.3	7.1	8	9	10	11	13	14	16	18	20	22
ΔE	27.2	21.5	23.1	18.2	15.6	15.3	14.1	13.8	11.1	8.4	8.9	6.280127	5.591064

[結果]:

在不同的兩溶液間，光圈1/30 搭配上快門5.6f 能夠得到最大的 dE 值，亦即在此拍攝條件下可以辨識標準液和待測液達到最大效果。所以以下實驗都是採用1/30 5.6f iso400來進行操作。

[討論]:

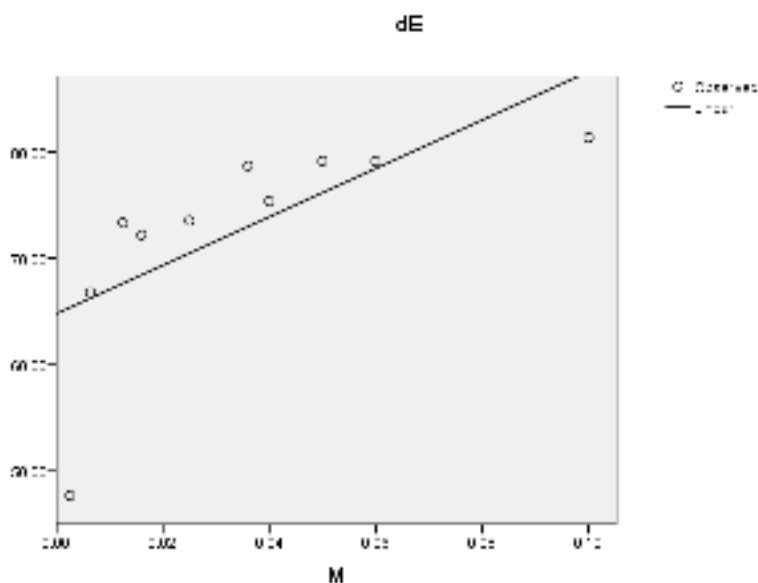
由此自製儀器更能精準的掌握住顏色的差異，使得誤差值小於5%，如果能再減少取點上的誤差，就能取代肉眼的比較，更能比較出些微的差距，這是我們肉眼無法做到的部份，再加上照片能存檔，資料更數據化，對統計與資料的保存有這更便利的實用性。

四、建立 $FeSCN^{2+}$ 之檢量線

欲建立一條 $FeSCN^{2+}$ 之檢量線，因此配置0.001024~0.06M共11組濃度不同的 Fe^{3+} 溶液，分別和0.01M之 SCN^- 等體積混合，計算方式是以拍攝蒸餾水照片的L、a、b數值為基準所得到的數值， $FeSCN^{2+}$ 水溶液濃度之變化量正比於 ΔE 值的變化量。

[結果]:

$[Fe^{3+}]$	$[SCN^-]$	ΔE
0.1	0.01	81.34
0.06	0.01	79.12
0.05	0.01	79.15
0.04	0.01	75.37
0.036	0.01	78.68
0.025	0.01	73.54
0.016	0.01	72.2
0.0125	0.01	73.34
0.00256	0.01	66.78
0.002	0.01	62.14
0.0015	0.01	49.43
0.001024	0.01	47.7
0.0005	0.01	18.4
0	0	0



Variable Processing Summary

	Variables	
	Dependent	Independent
	dE	M
Number of Positive Values	10	10
Number of Zeros	0	0
Number of Negative Values	0	0
Number of Missing Values	0	0
User-Missing System-Missing	1	1

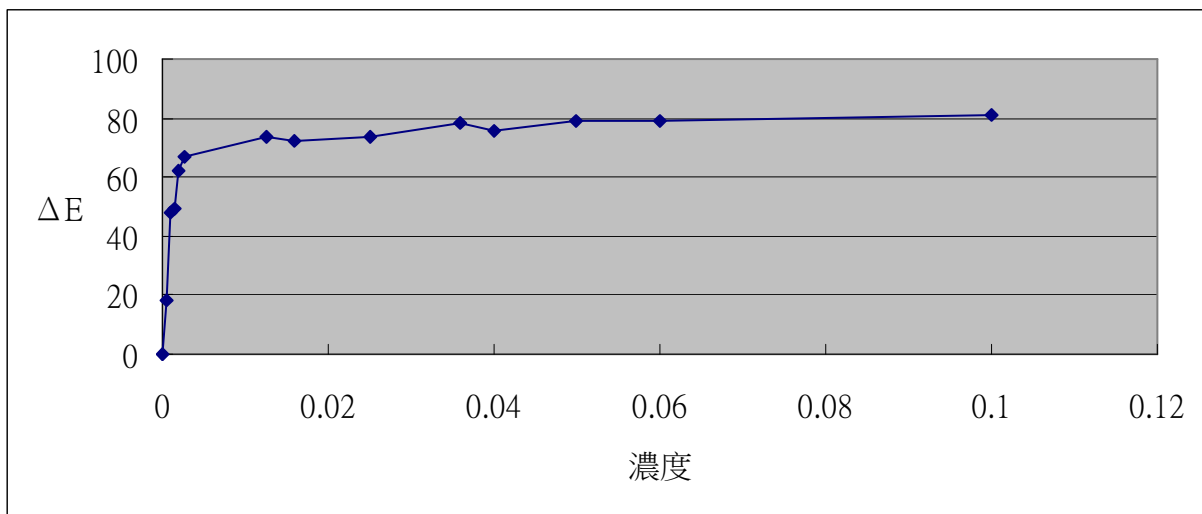
Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable:dE

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.476	7.279	1	8	.027	64.798	227.404

The independent variable is M.

測得結果發現R Square=0.476可見相關性不高，因此用excel畫了一張沒有回歸線的圖，發現他長得有點像是高中學的對數圖形如下



由圖中濃度達0.025M以上，由這套系統就沒辦法分辨色差(即濃度越高，紅色越深)，因此，一開始我們認為針對FeSCN²⁺此離子濃度而言，僅能分辨到約0.025M，在這個濃度以上就無法分辨了。

但是在圖形中，我們發現這很像高中所學的相關指數包含直線的部分，因此想說藉由數學的轉換，將他換回原先的直線，再作回歸線，我們利用了以下的做法來還原他的線性關係。

先設 $y = \log_a x$

$$\Rightarrow y = \log x / \log a = (1 / \log a) * \log x$$

$$m(\text{斜率}) = 1 / \log a$$

$$1 / m = \log a$$

$$a = 10^{1/m}$$

因此還原回去要做的線性關係就是 $10^{dE/m}$ 和濃度M之間的關係所以先利用dE 與logM做回歸線

Coefficients^a

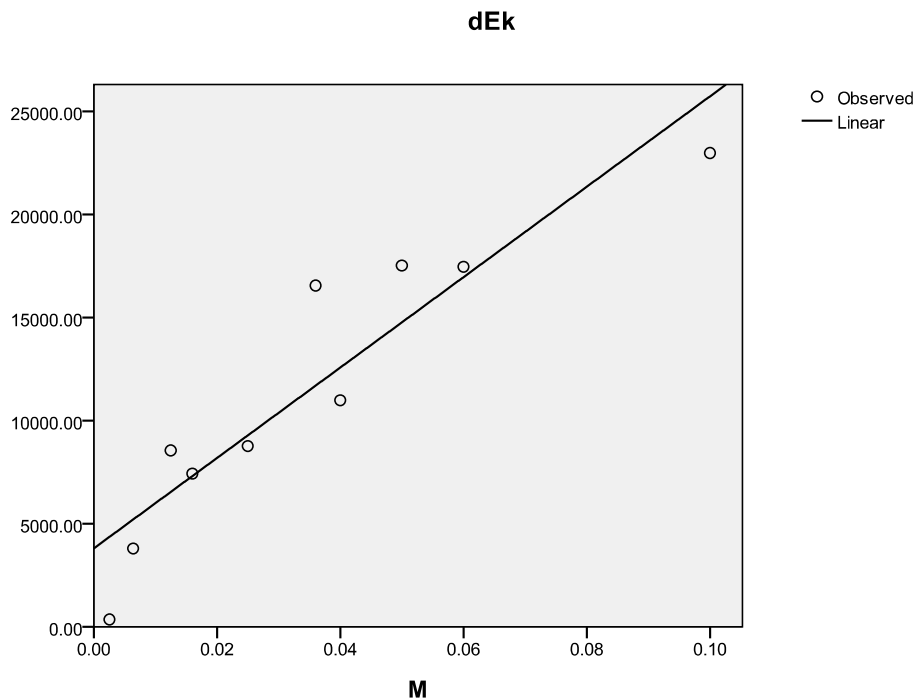
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	103.404	4.746		21.789	.000
logM	18.650	2.779	.922	6.712	.000

a. Dependent Variable: dE

得到了 $dE = 18.650 * \log M + 103.404$

因此 $10^{dE/18.650} = 1.13140815034116^{dE}$

將各點的dE重新調整後得到dEk



Model Summary and Parameter Estimates

Dependent Variable:dEk

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.857	47.796	1	8	.000	3806.669	219269.864

The independent variable is M.

他與M的相關性在調整後就高達了0.85

因此就用它來做dE 與M之間的關係

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	-.010	.007		-1.319	.224
dEk	3.907E-6	.000	.926	6.913	.000

a. Dependent Variable: M

最後得到了這個結果：

$$M = 3.907 \times 10^{-6} \times 1.13140815034116^{dE} - 0.01$$

[討論]:

由於 M 對於 ΔE 值圖形貌似對數關係，因此想對這兩個值作對數分析，設 $y(dE) = \log_c x$ (c 為常數，x 為 M)，因此我們對 x 取 log 再對 y 作圖，其斜率 m 就為 $1/\log c$ ，即 $c = 10^{1/m}$ ，最後再由 $y(dE) = \log_c x$ ，得知 $M = x = c^{dE} = 10^{dE \cdot m}$ 。

藉由這個實驗我們得到了原來 dE 與 M 是存在著指數的關係，也經由了 spss 的輔助下完成了他們之間的關係式，希望能藉由這個方法，推展到其他濃度的測定，尤其在比較高濃度時，仍然能夠分辨色差，有助於量測濃度比較高的 $FeSCN^{2+}$ 。

測量溶液滲透壓






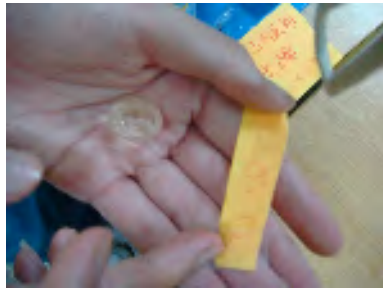
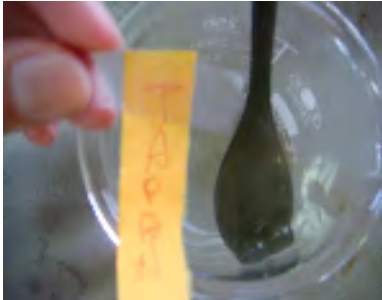


一、實驗一：選擇適當的媒介：水晶寶寶

甲廠商

乙廠商

丙廠商



	1hr 後	8hr 後	19hr 後
甲			
乙			
丙			

- 甲廠商有破裂跡象，不宜使用。
- 乙廠商同樣出現了破裂跡象，不宜使用。
- 丙廠商之水晶寶寶無任何破裂出現，品質為三者中最佳，故以下實驗水晶寶寶都使用丙廠商。

二、實驗二

1. K_2CrO_4

濃度 (M)	吸水後重(g)	4hr 重量(g)	4hr 重量差(g)
1	5.19	0.75	4.44
0.5	4.77	0.75	4.02
0.25	5.44	0.89	4.55
0.125	4.84	0.95	3.89
0.0625	4.51	1.05	3.46
0.03125	4.93	1.43	3.5
0.015625	4.72	1.63	3.09
0.007813	5.19	2.43	2.76
0.003906	5.04	3.04	2
0.001953	5.06	3.76	1.3

表 1 K_2CrO_4 濃度變化與重量變化

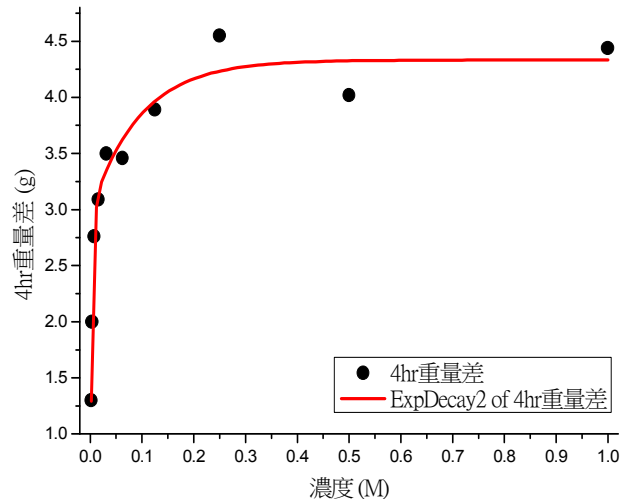


圖 3 K_2CrO_4 濃度變化與重量變化

2. $K_2Cr_2O_7$

濃度 (M)	吸水後重(g)	4hr 重量(g)	4hr 重量差(g)
1	3.92	0.56	3.36
0.5	3.9	0.68	3.22
0.25	4.02	0.68	3.34
0.125	3.92	0.72	3.2
0.0625	3.92	0.84	3.08
0.03125	3.9	1.06	2.84
0.015625	3.88	1.4	2.48
0.007813	3.9	1.89	2.01
0.003906	4.02	2.37	1.65
0.001953	3.81	2.81	1

表 2 $K_2Cr_2O_7$ 濃度變化與重量變化

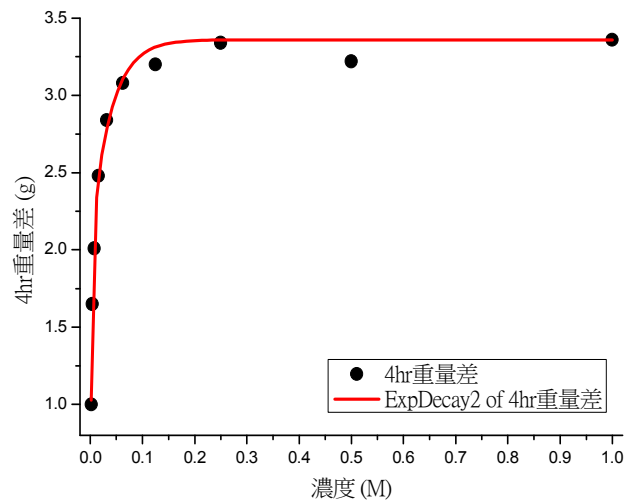


圖 4 $K_2Cr_2O_7$ 濃度變化與重量變化

3. $KMnO_4$

濃度 (M)	吸水後重(g)	4hr 重量(g)	4hr 重量差(g)
1	4.89	1.45	3.44
0.5	5.06	1.4	3.66
0.25	4.94	1.32	3.62
0.125	5.05	1.49	3.56
0.0625	4.88	1.69	3.19
0.03125	4.9	2.09	2.81
0.015625	4.94	2.05	2.89
0.007813	4.94	3.31	1.63
0.003906	4.9	3.79	1.11
0.001953	4.86	4.21	0.65

表 3 $KMnO_7$ 濃度變化與重量變化

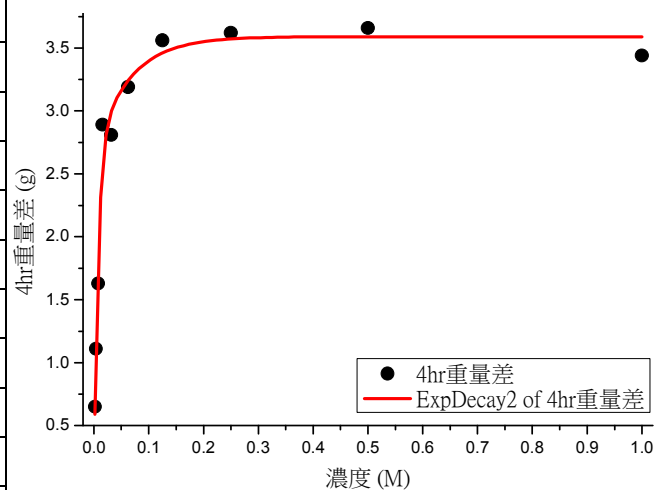


圖 5 $KMnO_7$ 濃度變化與重量變化

4. CuSO₄

濃度 (M)	吸水後重(g)	4hr 重量(g)	4hr 重量差(g)
1	5.05	0.25	4.8
0.5	4.9	0.25	4.65
0.25	4.96	0.15	4.81
0.125	4.88	0.13	4.75
0.0625	4.88	0.33	4.55
0.03125	5.01	1.42	3.59
0.015625	4.92	1.57	3.35
0.007813	4.99	1.03	3.96
0.003906	4.87	0.88	3.99
0.001953	4.89	1.59	3.3

表 4 CuSO₄ 濃度變化與重量變化

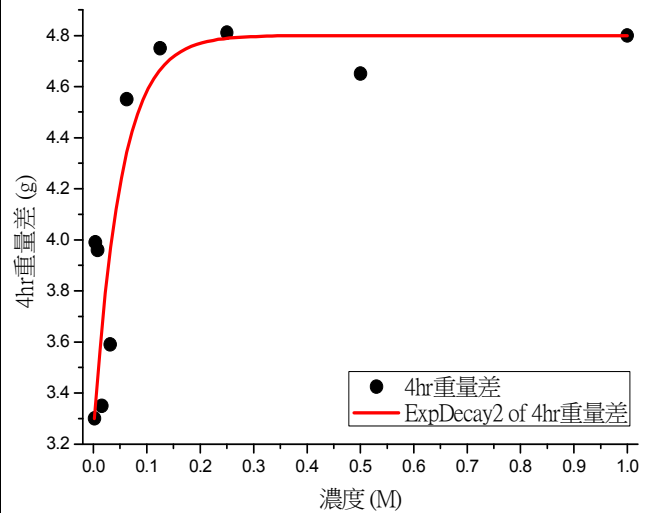


圖 6 CuSO₄ 濃度變化與重量變化

5. NaCl

濃度 (M)	吸水後重(g)	4hr 重量(g)	4hr 重量差(g)
1	4.44	0.76	3.68
0.5	4.68	0.88	3.8
0.25	4.3	0.92	3.38
0.125	4.66	1.22	3.44
0.0625	4.66	1.52	3.14
0.03125	4.36	2.06	2.3
0.015625	4.64	2.3	2.34
0.007813	4.5	2.86	1.64
0.003906	4.54	3.72	0.82
0.001953	4.42	4.3	0.12

表 5 NaCl 濃度變化與重量變化

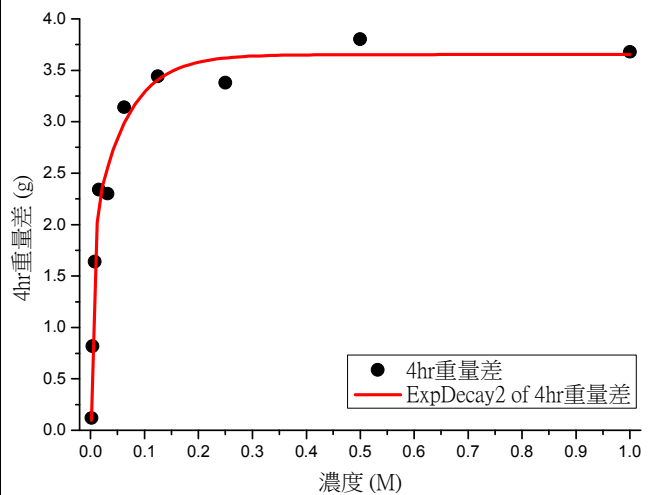


圖 7 NaCl 濃度變化與重量變化

6. CaCl₂

濃度 (M)	吸水後重(g)	4hr 重量(g)	4hr 重量差(g)
1	3.98	0.52	3.46
0.5	4.01	0.4	3.61
0.25	3.9	0.44	3.46
0.125	4.05	0.4	3.65
0.0625	4.06	0.56	3.5
0.03125	3.99	0.78	3.21
0.015625	3.9	0.9	3
0.007813	3.92	1.75	2.17
0.003906	4.02	2.93	1.09
0.001953	4.04	3.59	0.45

表 6 CaCl₂ 濃度變化與重量變化

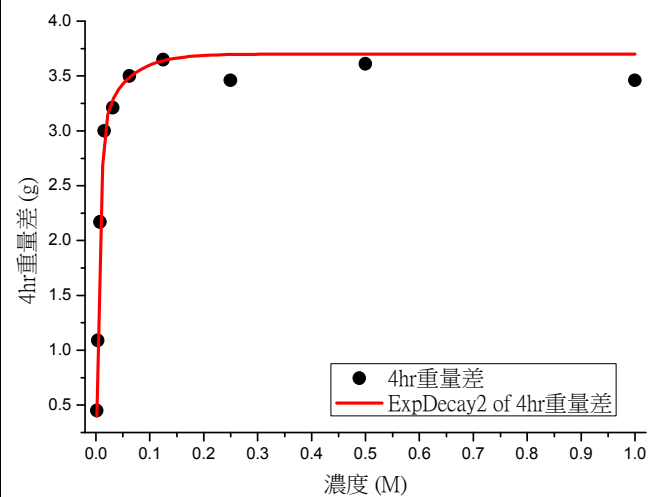


圖 8 CaCl₂ 濃度變化與重量變化

7. NH₄Cl

濃度 (M)	吸水後重(g)	4hr 重量(g)	4hr 重量差(g)
1	4.06	0.54	3.52
0.5	4.07	0.72	3.35
0.25	3.99	0.76	3.23
0.125	4.02	1.08	2.94
0.0625	3.9	1.3	2.6
0.03125	3.97	1.68	2.29
0.015625	3.92	2.18	1.74
0.007813	3.9	2.76	1.14
0.003906	4	3.26	0.74
0.001953	4.02	3.64	0.38

表 7 NH₄Cl 濃度變化與重量變化

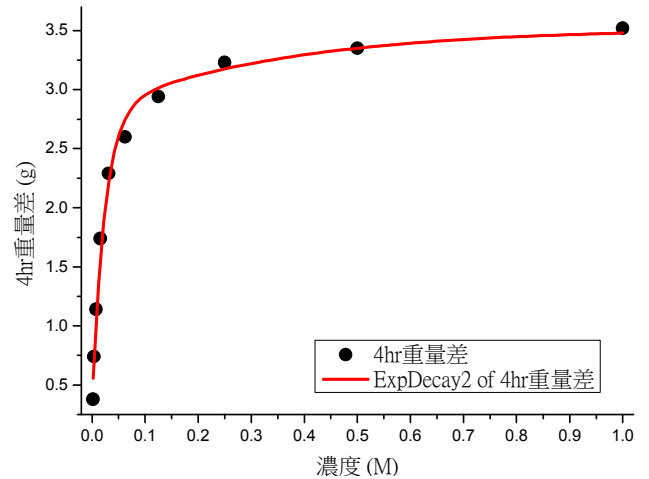


圖 9 NH₄Cl 濃度變化與重量變化

8. CH₃COONa

濃度 (M)	吸水後重(g)	4hr 重量(g)	4hr 重量差(g)
1	4.78	0.54	4.24
0.5	4.73	0.99	3.74
0.25	4.65	0.98	3.67
0.125	4.78	1.37	3.41
0.0625	4.68	1.88	2.8
0.03125	4.78	2.32	2.46
0.015625	4.6	3	1.6
0.007813	4.66	3.55	1.11
0.003906	4.69	4.25	0.44
0.001953	4.76	4.78	-0.02

表 8 CH₃COONa 濃度變化與重量變化

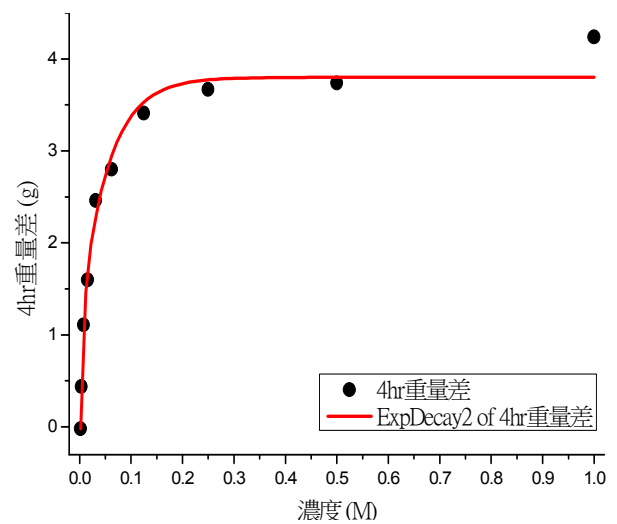


圖 10 CH₃COONa 濃度變化與重量變化

9. Na₂SO₄

濃度 (M)	吸水後重(g)	4hr 重量(g)	4hr 重量差(g)
1	4.62	0.69	3.93
0.5	4.62	0.7	3.92
0.25	4.48	0.78	3.7
0.125	4.34	1	3.34
0.0625	4.34	1.1	3.24
0.03125	4.32	1.34	2.98
0.015625	4.34	1.76	2.58
0.007813	4.36	2.28	2.08
0.003906	4.5	2.92	1.58
0.001953	4.58	3.56	1.02

表 9 Na₂SO₄ 濃度變化與重量變化

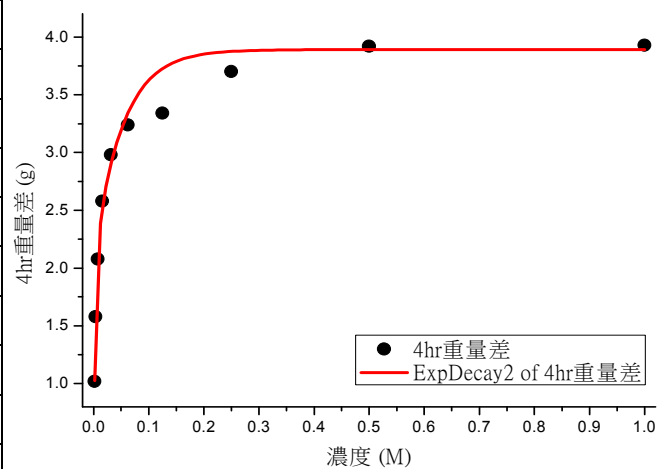
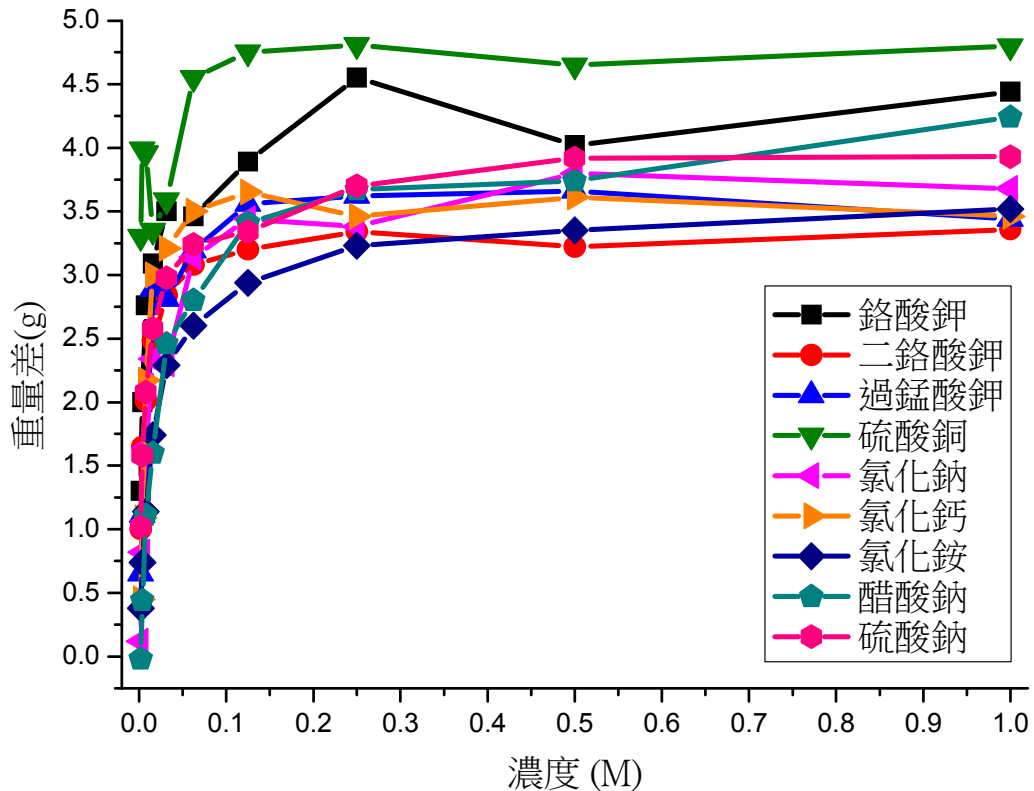


圖 11 Na₂SO₄ 濃度變化與重量變化

10. 總圖與結論



[討論]:

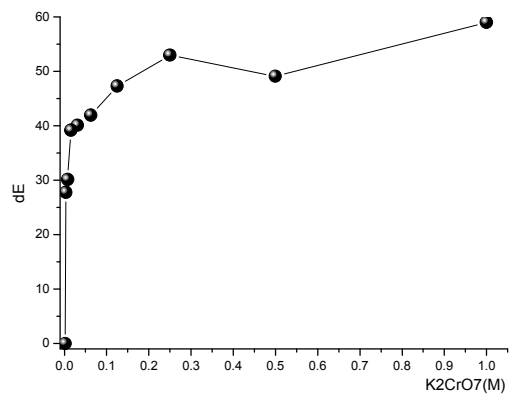
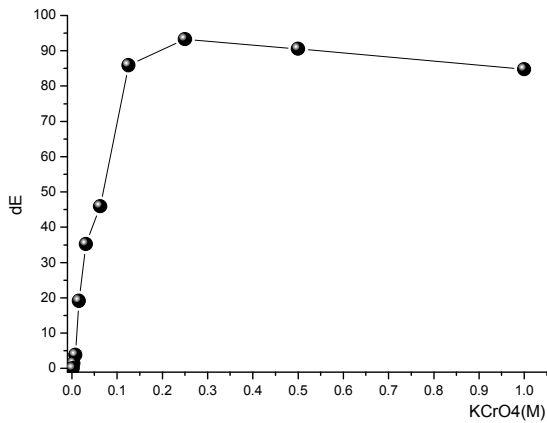
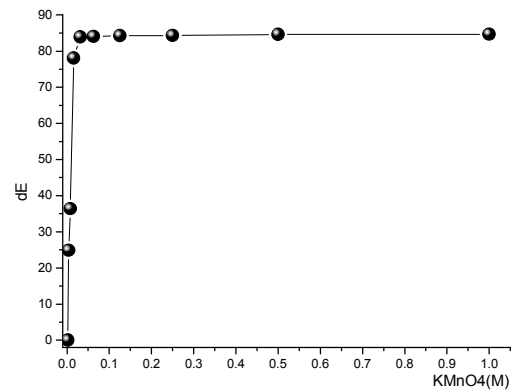
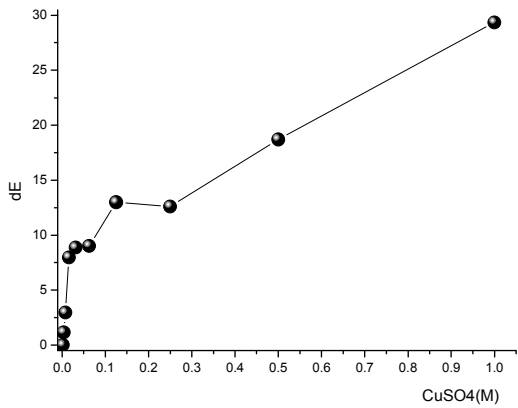
- (1) 觀察 1：如果液體中的離子有帶顏色，那透明的水晶寶寶會跟著變色，在低濃度的溶液中，即便含有少量的離子，也可使水晶寶寶變色。
- (2) 觀察 2：有的水晶寶寶放在太高濃度會收縮變很小，有的會收縮的很嚴重、破掉、碎掉，甚至會收縮到與還沒膨脹前一樣，但多半水晶寶寶在高濃度鹽類中，縮小的程度不會小於原來的體積。其中較特殊的鹽類為過錳酸鉀與硫酸銅，水晶寶寶在高濃度的過錳酸鉀中，其結構會變的不穩定，聚丙烯酸鈉的半透膜會變的易破裂，而相較於浸泡在其他鹽類的水晶寶寶內部結構較不紮實，且容易瓦解；水晶寶寶在中高濃度的硫酸銅溶液中，會縮的與原來未浸泡溶液的水晶寶寶差不多，並且會帶著藍色，有些水晶寶寶會有『突變種』的情形，會有一個變成多個的形狀。
- (3) 由各個實驗圖可知，水晶寶寶在所有不同濃度的同種鹽類溶液中，所成的趨勢皆有相似的結果，在低濃度時，重量差略呈線性，當濃度約達到 0.5 M 時，重量差即達飽和，而幾乎不再改變。
- (4) 水晶寶寶在每個鹽類溶液之下，其濃度與重量差都可做出一條趨勢線，而若想知道各鹽類其未知濃度，則可將水晶寶寶放入，看其重量減少多少，帶入趨勢線的公式中而求出濃度。
- (5) 水晶寶寶吸收的水量與接觸的溶液種類絕大的關係，相同的，吸飽水的水晶寶寶放入有鹽濃度的溶液中，水晶寶寶放出的水量與鹽類溶液的種類也有絕大的關係，目前我們已經知道濃度與重量差的關係，在未來的下一步，會將研究的繼續擴展與滲透壓作連結，期望可以歸類或求出各鹽類的滲透壓，以研發出簡便的滲透壓檢測法。

利用此套裝置測量透壓

一、水晶寶寶在各溶液濃度中之 ΔE 值

濃度	CuSO ₄	KMnO ₄	KCrO ₄	K ₂ CrO ₇
1	29.34587	84.6566	84.70832	58.99381
0.5	18.69786	84.60526	90.50751	49.10183
0.25	12.61309	84.32569	93.26055	52.99481
0.125	12.9823	84.27624	85.89348	47.29905
0.0625	9.014433	84.0537	45.92396	41.96499
0.03125	8.860587	83.89631	35.19062	40.10711
0.015625	7.981854	78.04672	19.14027	39.16989
0.0078125	2.942788	36.37169	3.806573	30.13536
0.00390625	1.157584	24.84452	1.449138	27.77517
0.001953125	0	0	0	0

二、水晶寶寶在各溶液濃度中之 ΔE 值圖



[討論]:

- 1.這4種常見拿來實驗的溶液之中,都可以藉用此套系統拍照求得 ΔE 值再代入檢量線求得其濃度,而在適用的區間,各自有各自適用的範圍。
- 2.這4種溶液適用檢量線的區域有大不相同,但大部分的趨勢線都是差不多的,都是在濃度低的時候,顏色大幅度改變,而在高濃度時則變化趨緩,這說明了各種溶液的滲透壓對大小以及顏色變化的趨勢影響大同小異的,只是因適用範圍的不同而有所差異。
- 3.在相同的濃度之中,各個溶液還是有落差,這說明了對不同的溶液而言,「滲透壓」即使相等,其他許多例如:大小,亮度等等變因也不見得會一樣,這可能跟溶液成分的物理特性有關
- 4.在許多不同的濃度之中,還是有一些較為模糊的線段,由於取的濃度間隔不夠小,取的濃度不夠多,希望之後能更加改良檢量線,並且推廣出更多種國、高中常見的實驗溶液的檢量線。

陸、結論

1. 利用快速色差法去量測有色溶液的 ΔE 值時,拍攝背景白色、盛裝溶液器皿用50mL 燒杯、拍照角度由上往下,所得到的 ΔE 值與濃度的線性關係較理想。
2. 利用自製可調整距離、隔絕光線干擾的裝置進行拍照,CuSO₄水溶液的濃度與 ΔE 值線性關係良好, R^2 值可高達0.9907。
3. 將此套建立好的系統應用量測高中比色法實驗,大大提升量測K值的準確度,而且此套系統操作上不會因人而異,因此降低了操作高中比色法實驗的人為誤差。
4. 此量測方法的限制條件:此色差分析法僅可量測有顏色之溶液。因此,運用此方法量測有色溶液濃度時若發現溶液濃度較高,顏色較深,無法判定色差,可以藉由數學上的轉換提高檢量線的適用範圍。或是再利用拉遠拍攝距離或是稀釋溶液濃度,進而量測求得溶液濃度,再代入檢量線求得未知液濃度。
5. 在我們的研究中,因為在高中實驗室中較無測量滲透壓的裝置,所以我們將此套裝置運用測量溶液滲透壓,藉由水晶寶寶吸水前後之顏色差異求得溶液滲透壓。我們有比較水晶寶寶吸水前後重量以及顏色上的差異,實驗結果都是一致的。而滲透壓的推算與後續應用,則為未來實驗計畫的下一步。

柒、參考資料及其他

- 一、洪偉章等,化粧品原料及功能,台北,藝軒出版社.
- 二、易光輝等,化粧品化學,偉華書局有限公司.
- 三、張麗卿,現代化妝品新論,高立圖書有限公司.
- 四、牛爾,天然面膜DIY,台北,時報出版.
- 五、姚蔚藍,天然植物面膜DIY,文化出版.
- 六、王偌婕,愛上面膜,動能文化事業有限公司.
- 七、聚合物,維基百科

<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%81%9A%E5%90%88%E7%89%A9>

- 八、聚丙烯酸鈉,維基百科

<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%81%9A%E4%B8%99%E7%83%AF%E9%85%B8%E9%92%A0>

【評語】 040206

本研究運用數位相機之相差於溶液的定量分析。題目有創意但應更明確其原理及使用範圍，例如單一物質應為顏色的深淺 ΔL ，混合物則可能包含 Δa 及 Δb 。