

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高中組 化學科

040209

「醇」「紙」相依

— 自行研發簡易假酒試紙分析法

學校名稱：國立彰化高級中學

作者： 高二 潘登璿 高二 黃珏嵐	指導老師： 周文釗 翁瑋君
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：假酒、檢測試紙、影像分析

摘要

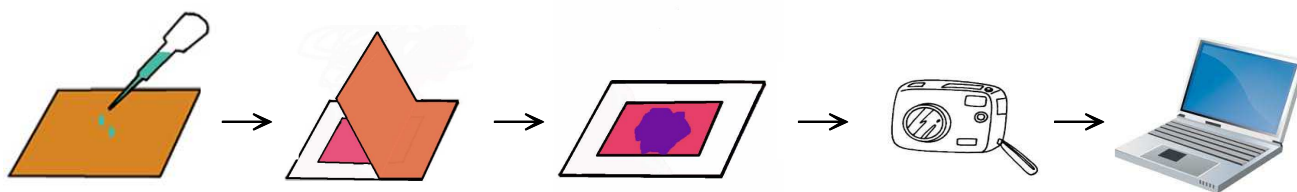
經查閱文獻，得知假酒檢驗過程繁複，檢測實驗似乎必須在實驗室中進行，無法隨時隨地進行檢測。故本研究最主要是在思考如何方便、迅速、有效率的檢測假酒，我們嘗試自行製作可隨身攜帶之檢測試紙，即便是出門在外，也能進行假酒的定量檢測。實驗先於試管中大量探討。將六種不同甲醇濃度設定為一組實驗，而在每組不同實驗，以不同的檢測過程檢測之，取出呈色差距較明顯的實驗組，繼續進行不同介質上的呈色實驗。將實驗過程所需之藥品分別染於介質上，觀察其呈色效果後，再將這些呈色介質作結合，濃縮成一張小紙板，經過試紙檢測後發現問題並改良，成為較理想的試紙。最後利用 Image J 軟體將試紙上的呈色數值化，比較這些數值後製作檢量線。此檢量線便可成為進行假酒定量時的參考數據。

壹、研究動機

社會上曾經有過「假酒風波」，而假酒的問題值得去關注，也引發了我們對檢驗假酒的興趣。查閱假酒相關的文獻，得知它們對社會的負面影響及嚴重性，也得知一些檢驗假酒的方式，但實驗過程都在實驗室中進行，而且實驗步驟繁複，最後更須使用大型儀器(例如：光譜儀)進行分析，如此複雜的假酒檢驗方式使得我們去思考要如何以「簡單」、「方便」，又能「定量分析」的方式檢驗假酒，畢竟實驗器材與貴重儀器並非一般民眾可輕易取得。因此，我們決定嘗試自行製作得以隨身攜帶的檢測試紙來檢驗假酒，並搭配容易取得的電腦軟體—Image J(使呈色影像數值化之軟體)進行簡易的甲醇定量分析。

貳、研究目的

- 一、研究甲醇、乙醇、甲醇乙醇混和液經氧化成醛類後，與呈色劑(品紅、間苯二酚水溶液等)反應後之呈色變化，並進行水溶液顏色、濃度的比較。然後將實驗效果佳者，繼續我們的試紙實驗。
- 二、利用可見光光譜儀研究試驗液之光譜及特性並比較其吸收度。
- 三、利用濾紙及吸附顆粒初步的探討假酒檢驗在不同介質上的呈色效果。
- 四、自行研發檢測試紙以檢測假酒。
- 五、利用電腦研究檢測試紙的顏色及進行檢測試紙的影像分析。
- 六、檢量線的建立。
- 七、真實樣品調配成假酒後的甲醇含量檢測。



1.將假酒滴加在檢測試紙上。

2.在液體滲透二鉻酸鉀濾紙後，將濾紙撕下。

3.觀察檢測試紙上的呈色狀況。

4.以相機拍攝呈色影像。

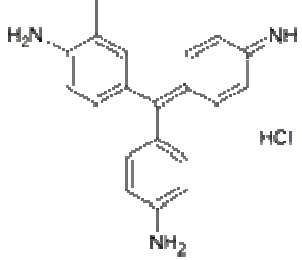
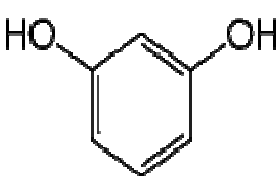
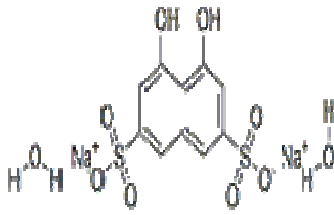
5.以電腦進行呈色影像的分析。

參、研究設備與器材

一、實驗器材

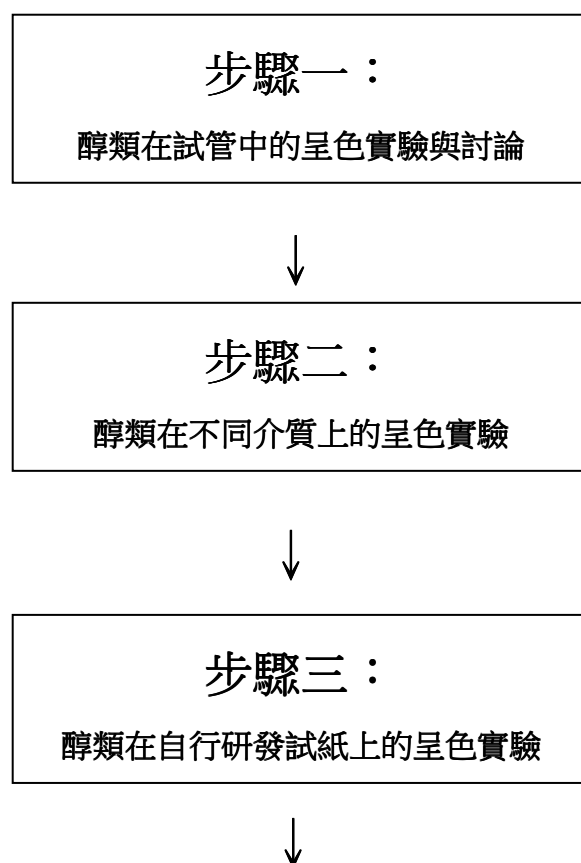
燒杯	滴管	錐形瓶	試管架	美工刀	相機
容量瓶	試管	厚紙板	量筒	圖畫紙	雙面膠
離心機	刮勺	電腦	銅線	微量滴管	雙面膠(2 倍黏力)
秤量紙	濾紙	玻棒	剪刀	微量電子秤	紫外線/可見光譜儀

二、實驗藥品

甲醇(CH_3OH)	乙醇($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	過錳酸鉀(KMnO_4)
二鉻酸鉀($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)	亞硫酸氫鈉(NaHSO_3)	草酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)
甲醛(HCHO)	濃硫酸(H_2SO_4)	乙酸(CH_3COOH)
乙醛(CH_3CHO)	二氧化矽(SiO_2)	安柏瑞
玫苯胺鹽酸鹽 ($\text{C}_{20}\text{H}_{20}\text{N}_3 \cdot \text{HCl}$) 	間苯二酚 ($\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$) 	變色酸二鈉鹽 ($\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{Na}_2\text{O}_{10}\text{S}_2$) 

肆、研究過程或方法

一、研究之四大步驟



步驟四：

電腦對試紙呈色之影像分析

二、 研究方法

實驗過程先在試管中進行，並試著將實驗轉移至試紙上進行，觀察試紙的呈色，然後再進行電腦影像分析。

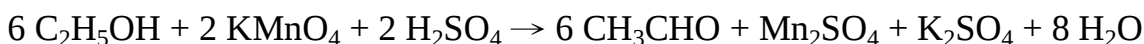
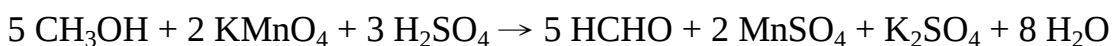
首先，我們配製了甲醇、乙醇、各種比例的甲醇與乙醇之混合液共 6 支，利用加入強氧化劑或其他方式使得醇類氧化成醛類，然後在一次又一次的實驗中運用各種不同檢驗醛類的化學藥品(例如：醛類指示劑一品紅(薔薇苯胺)、間苯二酚水溶液+濃硫酸催化等)得到不同的呈色結果。

觀察呈色結果並以光譜儀檢測此 6 支試管液的吸收度，取出這 6 支試管呈色差距、變化較明顯的實驗，轉移至濾紙上或以吸附顆粒自行製成的呈色顆粒(有較佳的吸附效果)上進行初步檢測(濾紙上的實驗：醇類氧化成醛類的步驟仍在試管中進行)，初步觀察呈色的變化與效果，並試著改良後，以自行研發之檢測試紙進行實驗，然後再運用電腦軟體進行試紙的呈色分析。最後再取幾種真實樣品作實驗。藉由檢測試紙上的呈色便能偵測酒中甲醇的濃度。

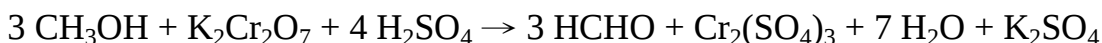
三、 實驗原理

- **醇類的氧化：**利用強氧化劑「過錳酸鉀」或「二鉻酸鉀」，又查閱文獻得知此反應在酸性的條件下能迅速產生醛類，故利用硫酸作催化劑。也可利用燒熱的銅線作為催化劑使醇類在高溫下氧化成醛類。

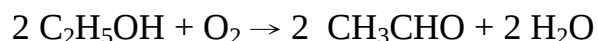
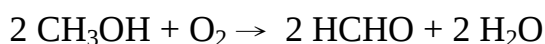
1. 過錳酸鉀：



2. 二鉻酸鉀：

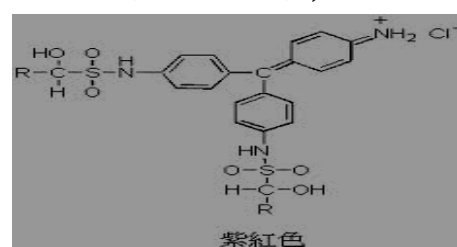
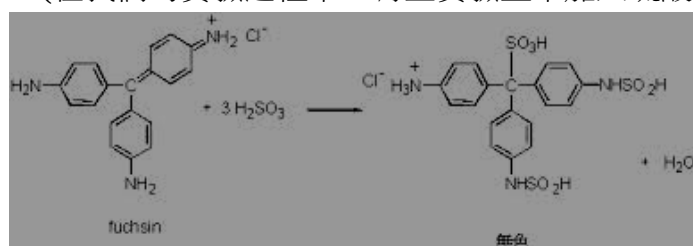


3. 銅線：



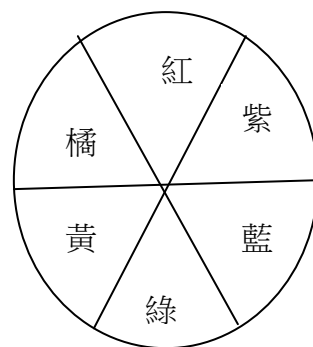
- **「亞硫酸-玫苯胺鹽酸鹽」的呈色：**

玫苯胺鹽酸鹽與亞硫酸混合脫去水分子後呈現無色，此無色加成物與醛反應後，失去與碳結合的磺酸基分子而成醞型結構化合物，呈紫紅色。於此紫紅色產物加入硫酸後褪色，但甲醛與希夫試劑生成的紫紅色產物並不會褪色，故以此來區分甲醇及乙醇。(在我們的實驗過程中，有些實驗並未加入硫酸褪色，並觀察其呈色變化)



• 紫外線/可見光譜儀：

當光譜儀檢測完一有色液體，便有一條波長(x 軸)對應吸收度(y 軸)的曲線，沿著曲線至最高點，所對應的 x 軸值即代表液體對該波長顏色光吸收度最高，則代表此液體所呈現的為此顏色的補色，又根據比爾定律($A = \epsilon bc$)得知吸收度與顏色濃度成正比。故觀察最高峰所對應 x 值的不同，便能區辨顏色的不同；觀察曲線高低的不同，便能區辨濃度深淺。我們利用此來呈現較客觀的實驗結果。



四、實驗過程

(一)步驟一：醇類在試管中的呈色實驗與討論

<目的>(1)探討醇類的呈色變化

(2)找出較適合作為試紙呈色實驗之實驗組

(3)取出呈色變化差距較為明顯者

<試驗液> 6 種試驗液各 5 mL，分別為純甲醇 1 種(試管 1)、純甲醇與純乙醇之混和液 4 種(體積比= 4 : 1、3 : 2、2 : 3、1 : 4，以乙醇為溶劑)(試管 2~5)、純乙醇 1 種(試管 6)

(甲醇~乙醇依序為試管 1~試管 6)

1. 實驗一：以「玫苯胺鹽酸鹽」作為呈色劑

<草酸-硫酸溶液>：配製”草酸 1 g+濃硫酸 10 mL+水”共 100 mL

<亞硫酸-對玫苯胺鹽酸鹽溶液>：

配製→A：” 玫苯胺鹽酸鹽 0.1 g+亞硫酸氫鈉 0.1 g+水”共 100 mL

B：” 玫苯胺鹽酸鹽 0.1 g+亞硫酸氫鈉 1.5 g+水”共 100 mL

	步驟 1： 將 6 種試驗液 分別放入試管	步驟 2： 加入氧化劑	步驟 3： 加入脫色溶液 (還原)	步驟 4： 加入亞硫酸-對玫 苯胺鹽酸鹽溶液 A	步驟 5： 比較呈色
方式 A~B 之 對照組(A)	試管 1~試管 6 各 5 mL			試管 1~試管 6 各 2 mL	比較呈色
方式 A	試管 1~試管 6 各 5 mL	3%過錳酸鉀 水溶液 各 2 mL	10%亞硫酸氫鈉 水溶液 各 2 mL	試管 1~試管 6 各 2 mL	比較呈色
方式 B	試管 1~試管 6 各 5 mL	3%二鉻酸鉀 水溶液 各 2 mL	10%亞硫酸氫鈉 水溶液 各 2 mL	試管 1~試管 6 各 2 mL	比較呈色

	步驟 1： 將 6 種試驗液 分別放入試管	步驟 2： 加入氧化劑	步驟 3： 加入脫色溶液 (還原)	步驟 4： 加入亞硫酸- 對玫苯胺鹽酸 鹽溶液 B	步驟 5： 加入 濃硫酸	步驟 6： 比較呈色
方式 C~F 之對照組 (B)	試管 1~試管 6 各 5 mL			試管 1~試管 6 各 3 mL	各 1.5 mL	比較呈色
方式 C	試管 1~試管 6 各 5 mL	3%二鉻酸鉀 水溶液 各 2 mL	10%草酸-硫酸 水溶液 各 2 mL	試管 1~試管 6 各 2 mL	各 1 mL	比較呈色
方式 D	試管 1~試管 6 各 5 mL	3%過錳酸鉀 水溶液 各 2 mL	10%草酸-硫酸 水溶液 各 2 mL	試管 1~試管 6 各 2 mL	各 1 mL	比較呈色
方式 E	試管 1~試管 6 各 5 mL	3%過錳酸鉀 水溶液 各 2 mL	10%草酸-硫酸 水溶液 各 4 mL	試管 1~試管 6 各 4 mL	各 1 mL	比較呈色
方式 F	試管 1~試管 6 各 5 mL	3%過錳酸鉀 水溶液 各 2 mL	10%草酸-硫酸 水溶液 各 4 mL	試管 1~試管 6 各 4 mL	各 2 mL	比較呈色

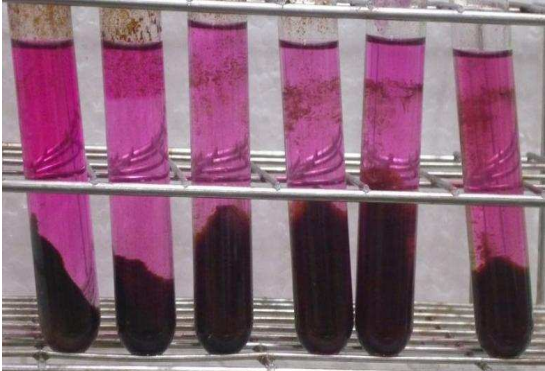
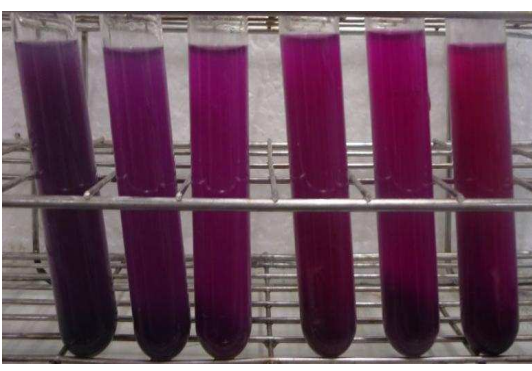
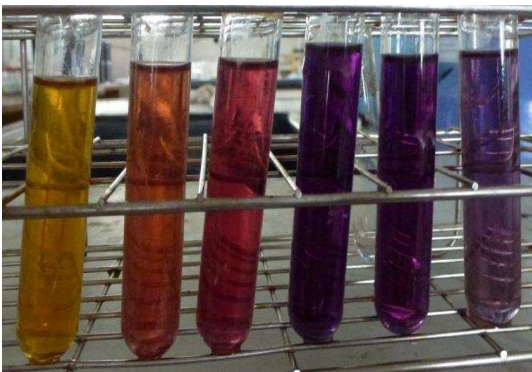
• 結果：(試驗液的呈色圖片與光譜)

<註> (1)呈色圖片：

試管”由左到右”依序為”試管 1~試管 6”

(2)光譜 (放置於「附錄一」)

	甲醇 (試管 1)	甲：乙=4：1 (試管 2)	甲：乙=3：2 (試管 3)	甲：乙=2：3 (試管 4)	甲：乙=1：4 (試管 5)	乙醇 (試管 6)
對照組 (A~C)	紅色	亮粉紅				
對照組 (D~F)	淡黃色					
方式 A	亮粉紅	暗粉紅				
方式 B	深紫色	淺紫色	粉紅色			紅色
方式 C	深藍色				藍色	
方式 D	黃色	深橙色	紅色	深紫色	紫色	淡紫色
方式 E	深藍色					淡藍色
方式 F	橙色	橙綠色	黃綠色	黃綠色	黃綠色	黃色

	呈色圖片		呈色圖片
(1) 對照組 A		(2) 對照組 B	
(3) 方式 A		(4) 方式 B	
(5) 方式 C		(6) 方式 D	
(7) 方式 E		(8) 方式 F	

• 「實驗一」結論：

可嘗試利用「玫苯胺鹽酸鹽」作為呈色劑來進行「步驟二-醇類在濾紙上的呈色實驗」，且以方式 B、D、E、F 較佳。

2. 實驗二：以「間苯二酚」作為呈色劑

<草酸-硫酸溶液>：配製”草酸 1 g+濃硫酸 10 mL+水”共 100 mL

<間苯二酚水溶液>：”間苯二酚 5 g+水”共 100 mL

<硫酸-間苯二酚混合液>：間苯二酚水溶液 2 mL+濃硫酸 5 mL

	步驟 1： 將 6 種試驗液 分別放入試管	步驟 2： 加入氧化劑 或 其他氧化方式	步驟 3： 加入脫色溶液 (還原)	步驟 4： 加入 5%間苯二酚 水溶液	步驟 5： 加入 濃硫酸	步驟 6： 比較呈色
對照組	試管 1~試管 6 各 5 mL			試管 1~試管 6 各 2 mL	各 5 mL	比較呈色
方式 G	試管 1~試管 6 各 5 mL	以燒紅之銅線 置入試管中來 回數次		試管 1~試管 6 各 2 mL	各 5 mL	比較呈色
方式 H	試管 1~試管 6 各 5 mL	3%二鉻酸鉀 水溶液 各 2 mL	10%亞硫酸氫鈉 水溶液 各 2 mL	試管 1~試管 6 各 2 mL	各 5 mL	比較呈色
方式 I	試管 1~試管 6 各 5 mL	3%二鉻酸鉀 水溶液 各 2 mL	草酸-硫酸 溶液 各 2 mL	試管 1~試管 6 各 2 mL	各 5 mL	比較呈色
方式 J	試管 1~試管 6 各 5 mL	3%過錳酸鉀 水溶液 各 2 mL	10%亞硫酸氫鈉 水溶液 各 2 mL	加入 硫酸-間苯二酚 混合液		比較呈色

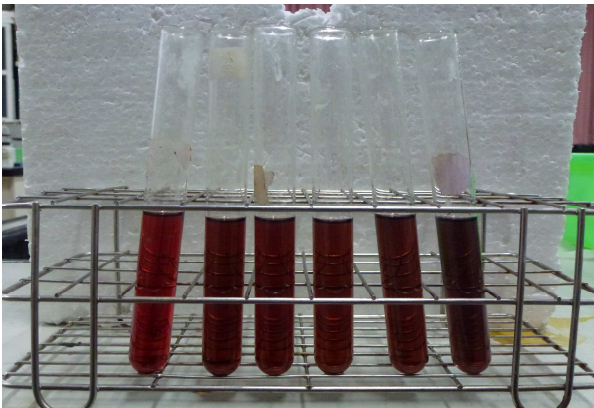
• 結果：(試驗液的呈色圖片與光譜)

<註> (1)呈色圖片：

試管”由左到右”依序為”試管 1~試管 6”

(2)光譜(放置於「附錄二」)

	甲醇 (試管 1)	甲：乙=4：1 (試管 2)	甲：乙=3：2 (試管 3)	甲：乙=2：3 (試管 4)	甲：乙=1：4 (試管 5)	乙醇 (試管 6)
對照組	紅色	紫紅色 ←————→ 紅色				紅色
方式 G	亮紅色	橙紅色	橙紅色	橙紅色	橙紅色	紫紅色
方式 H	紅色	深紅色	紅棕色	墨綠色	墨綠色	灰綠
方式 I	深紅色	橙色	黃色	綠色	橙黃色	橙紅色
方式 J	橙紅色	黃綠色	黃色	黃色	黃色	橙紅色

	呈色圖片		呈色圖片
(1) 對 照 組		(2) 方 式 G	
(3) 方 式 H		(4) 方 式 I	
(5) 方 式 J			

• 「實驗二」結論：

可嘗試利用「間苯二酚」作為呈色劑來進行「步驟二-醇類在濾紙上的呈色實驗」，且以方式 H、方式 I 的實驗較佳。

3. 實驗三：以「變色酸二鈉鹽」作為呈色劑

<變色酸二鈉鹽溶液>：”5 g 變色酸二鈉鹽+水”共 100 mL

(1) 對照組：取 6 種試驗液各 5 mL 分別放入試管中→加入變色酸二鈉鹽溶液 2 mL
→搖勻後放入常溫水浴保持 30 分鐘→比較呈色

(2) 方式 K: 取 6 種試驗液各 5 mL 分別放入試管中→加入 3%二鉻酸鉀水溶液 2 mL
→加入 10%亞硫酸氫鈉水溶液 2 mL→加入變色酸二鈉鹽溶液 2 mL→搖勻後
放入常溫水浴保持 30 分鐘→比較呈色

(3) 方式 L: 取 6 種試驗液各 5 mL 分別放入試管中→加入 3%二鉻酸鉀水溶液 2 mL
→加入 10%亞硫酸氫鈉水溶液 2 mL→加入變色酸二鈉鹽溶液 5 mL→搖勻後
放入常溫水浴保持 30 分鐘→比較呈色

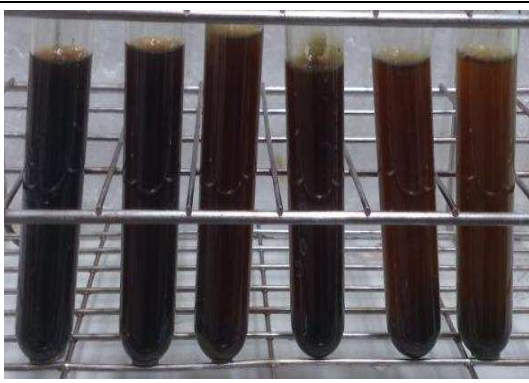
• 結果：(試驗液的呈色與光譜)

<註> (1)呈色圖片：

試管”由左到右”依序為”試管 1~試管 6”

(2)光譜(放置於「附錄三」)

	甲醇 (試管 1)	甲：乙=4：1 (試管 2)	甲：乙=3：2 (試管 3)	甲：乙=2：3 (試管 4)	甲：乙=1：4 (試管 5)	乙醇 (試管 6)
對照組	無色(微微混濁)					
方式 K	深褐色				褐色	
方式 L	深褐色	褐色	褐色	淺褐色	褐色	淺褐色

	呈色圖片		呈色圖片
(1) 對照組		(2) 方式 K	
(3) 方式 L			

- 「實驗三」結論：
不使用「變色酸二鈉鹽」作為呈色劑進行「步驟二-醇類在濾紙上的呈色實驗」。

(二)步驟二：醇類在不同介質上的呈色實驗

<目的>(1)使檢驗甲醇有較簡便的方式

- (2)取「步驟一」較佳的呈色方式探討濾紙上實驗的呈色效果
- (3)初步的利用染有呈色劑的濾紙作實驗，觀察能否有顏色的變化
- (4)取上述「濾紙實驗」較佳的呈色方式探討呈色顆粒上實驗的呈色效果
- (5)初步的利用染有呈色劑的吸附顆粒作實驗，觀察能否有顏色的變化

<試驗液>取甲醇、乙醇各 5 mL 作為 2 種試驗液

1. 實驗四：以「玫苯胺鹽酸鹽」染於濾紙上作為試紙

<草酸-硫酸溶液>：配製”草酸 1 g+濃硫酸 10 mL+水”共 100 mL

<玫苯胺鹽酸鹽試紙>：濾紙吸附 0.1%玫苯胺鹽酸鹽溶液後使之乾燥

<亞硫酸-對玫苯胺鹽酸鹽試紙>：

配製→A：濾紙吸附「步驟一」-亞硫酸-對玫苯胺鹽酸鹽溶液 A 後使之乾燥

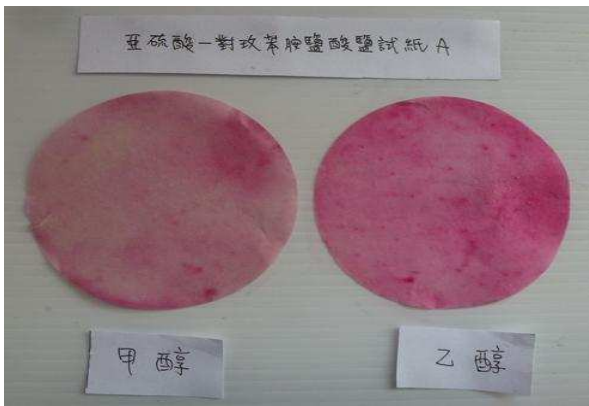
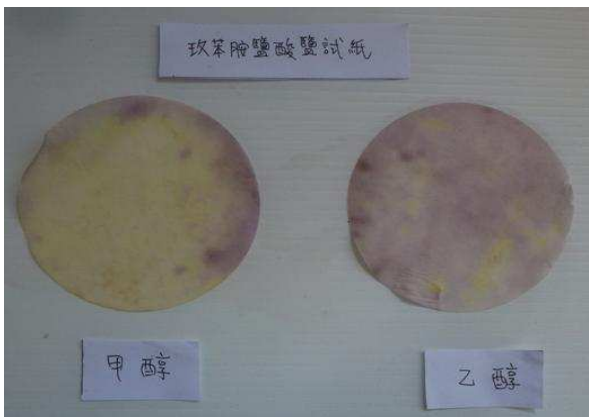
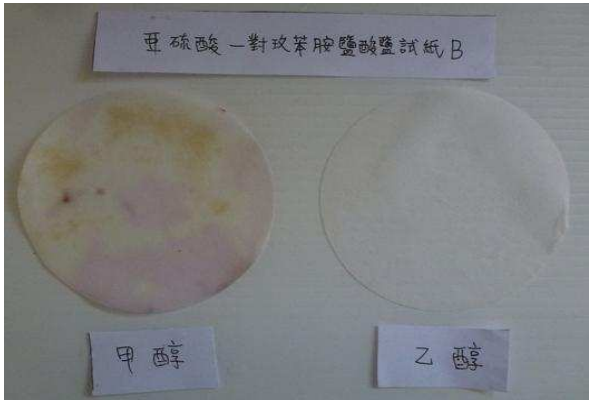
B：濾紙吸附「步驟一」-亞硫酸-對玫苯胺鹽酸鹽溶液 B 後使之乾燥

- (1) 方式 B：取 2 種試驗液各 5 mL 分別放入試管中→加入 3%二鉻酸鉀水溶液 2 mL
→加入 10%亞硫酸氫鈉水溶液 2 mL(脫色)→將亞硫酸-對玫苯胺鹽酸鹽試紙 A 泡入試驗液→取出後比較呈色
- (2) 方式 D：取 2 種試驗液各 5 mL 分別放入試管中→加入 3%過錳酸鉀水溶液 2 mL
→加入 10%草酸-硫酸水溶液 2 mL(脫色)→滴入數滴濃硫酸→將亞硫酸-對玫苯胺鹽酸鹽試紙 B 泡入試驗液→取出後比較呈色
- (3) 方式 E(方式 F)：取 2 種試驗液各 5 mL 分別放入試管中→加入 3%過錳酸鉀水溶液 2 mL→加入 10%草酸-硫酸水溶液 4 mL(脫色)→滴入數滴濃硫酸→
將 a.玫苯胺鹽酸鹽試紙、b.亞硫酸-對玫苯胺鹽酸鹽試紙 A、c.亞硫酸-對玫苯胺鹽酸鹽試紙 B 泡入試驗液(三者分別實驗一次)→取出後比較呈色



• 結果(濾紙的呈色)：

	甲醇	乙醇
方式 B	部分粉(淡)、部分黃(淡)	粉
方式 D	部分黃(淡)、部分紫(淡)	部分黃(淡)、部分紫(淡)
方式 E(方式 F)	1. 黃	1. 紫
	2. 黃	2. 無色
	• (原)3.部分黃(淡)、部分紫(淡)	(原)3. 無色

	濾紙的呈色		濾紙的呈色
(1) 方式 B		(2) 方式 D	
(3) 方式 E (a)		(3) 方式 E (b)	
(3) 方式 E (c)			

• 「實驗四」結論：

呈色較淡，故尋找更良好的吸附介質或吸附粒子，並嘗試自行改良試紙。且在試紙呈色溶液中加入較少的「亞硫酸氫鈉」較佳。

2. 實驗五：以「間苯二酚」染於濾紙上作為試紙

<草酸-硫酸溶液>：配製”草酸 1 g+濃硫酸 10 mL+水”共 100 mL

<間苯二酚試紙>：濾紙吸附「步驟一」-間苯二酚水溶液後使之乾燥

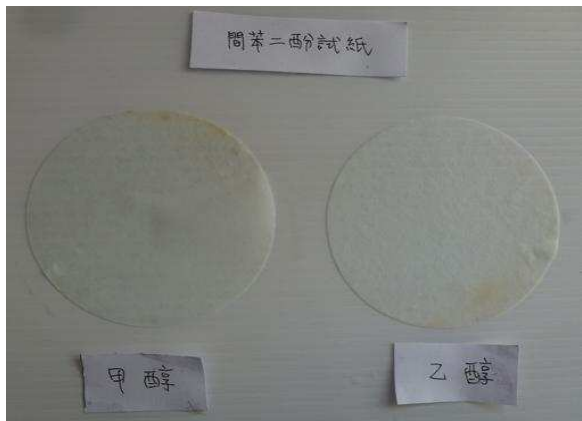
(1) 方式 H：取 2 種試驗液各 5 mL 分別放入試管中→加入 3%二鉻酸鉀水溶液 2 mL→加入 10%亞硫酸氫鈉水溶液 2 mL(脫色)→滴入數滴濃硫酸→將間苯二酚試紙泡入試驗液→取出後比較呈色

(2) 方式 I：取 2 種試驗液各 5 mL 分別放入試管中→加入 3%二鉻酸鉀水溶液 2 mL→加入草酸-硫酸溶液 2 mL→滴入數滴濃硫酸→將間苯二酚試紙泡入試驗液→取出後比較呈色



• 結果(濾紙的呈色)：

	甲醇	乙醇
方式 H	淡綠(偏無色)	淡綠(偏無色)
方式 I	黃色	無色

	濾紙的呈色		濾紙的呈色
(1) 方式 H		(2) 方式 I	

• 「實驗五」結論：

由此實驗得知以間苯二酚為呈色劑的實驗必在強烈的反應之下進行，才有明顯的顏色變化，故不適合作為試紙上的呈色實驗。

3.實驗六：以「自製呈色顆粒」鋪於紙張上作為試紙

<呈色顆粒與氧化劑濾紙的製作>

(呈色顆粒：經查閱文獻，以「二氧化矽」、「安柏瑞」作為呈色溶液的吸附介質)

(所有顆粒與濾紙皆以「步驟一」實驗中各種藥品之溶液濃度所配置的)



(1) 方式 J：取 2 種試驗液→使試驗液穿透二鉻酸鉀濾紙→使穿透之液體低加於「玫瑰胺鹽酸鹽顆粒」→ 觀察呈色

(2) 方式 K：取 2 種試驗液→使試驗液穿透二鉻酸鉀濾紙→使穿透之液體低加於「玫瑰胺鹽酸鹽顆粒 + 硫酸顆粒」→ 觀察呈色

• 結果(顆粒的呈色)：

	甲醇	乙醇
方式 J	淡紅	紅色
方式 K	紫色	紫色

	顆粒呈色			顆粒呈色	
(1) 方式 J			(2) 方式 K		
	甲醇	乙醇		甲醇	乙醇

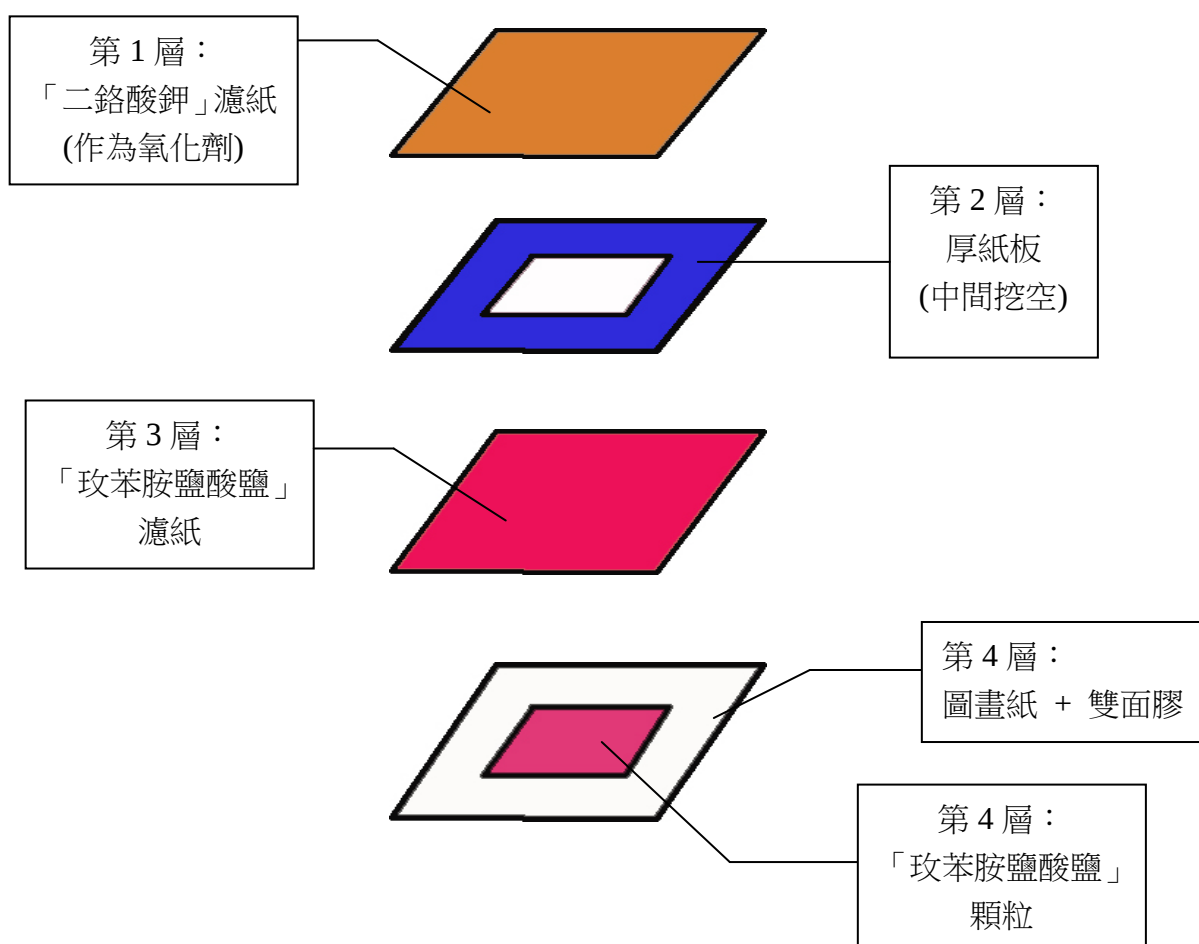
• 「實驗六」結論：

呈色較濾紙上的呈色實驗為深，但過深也因此較難區分不同醇類檢測過後的呈色。此實驗在顆粒上的呈色較不均勻，可能導致難以準確進行定量分析，且不宜使用硫酸顆粒，故應改良之。

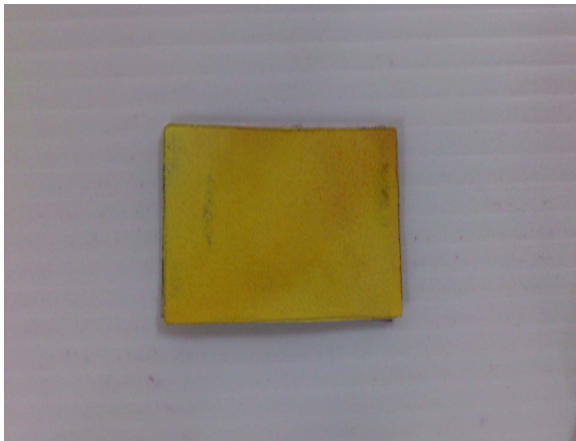
(三)步驟三：醇類在自行研發試紙上的呈色實驗

<目的>：使假酒的呈色實驗過程簡便。於「二鉻酸鉀」濾紙上滴試驗液，使之滲透濾紙，與吸附於濾紙與吸附顆粒上的呈色試劑結合，便有結果產生。

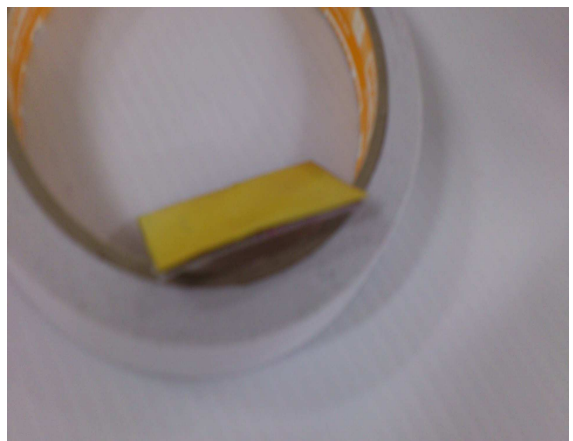
<自行研發試紙之分層示意圖>



<自行研發試紙之側面圖與俯視圖>



俯視圖



側視圖

<真實樣品>

- 1.高粱酒(酒精濃度約 58%)試驗液 6 種：
以甲醇為溶質、米酒為溶劑，配置 0%、10%、20%、30%、40%、50%共六種。
- 2.米酒(酒精濃度約 20%)試驗液 6 種：
以甲醇為溶質、米酒為溶劑，配置 0%、4%、8%、12%、16%、20%共六種。
- 3.啤酒(酒精濃度約 5%)試驗液 6 種：
以甲醇為溶質、米酒為溶劑，配置 0%、1%、2%、3%、4%、5%共六種。



- (1) 方式 B：取 6 種試驗液(與「步驟一-六種試驗液」同) → 利用「自行研發試紙」分別以滴管滴加的方式實驗之 → 撕下二鉻酸鉀濾紙 → 待一分鐘 → 觀察呈色並同時拍攝影像 → 進行影像分析
- (2) 方式 E：取 6 種試驗液各 5 mL(與「步驟一-六種試驗液」同) → 分別加入一滴濃硫酸(約 0.05 mL) → 利用「自行研發試紙」分別以滴管滴加的方式實驗之 → 撕下二鉻酸鉀濾紙 → 待一分鐘 → 觀察呈色並同時拍攝影像 → 進行影像分析

(3) 真實樣品實驗：

- a.實驗 A：取 6 種高粱酒試驗液各 5 mL → 分別加入一滴濃硫酸 → 利用「自行研發試紙」分別以滴管滴加的方式實驗之 → 撕下二鉻酸鉀濾紙 → 待一分鐘 → 觀察呈色並同時拍攝影像 → 進行影像分析
- b.實驗 B：取 6 種米酒試驗液各 5 mL → 分別加入一滴濃硫酸 → 利用「自行研發試紙」分別以滴管滴加的方式實驗之 → 撕下二鉻酸鉀濾紙 → 待一分鐘 → 觀察呈色並同時拍攝影像 → 進行影像分析
- c.實驗 C：取 6 種米酒試驗液各 5 mL → 分別加入一滴濃硫酸 → 利用「自行研發試紙」分別以滴管滴加的方式實驗之 → 撕下二鉻酸鉀濾紙 → 待二分鐘 → 觀察呈色並同時拍攝影像 → 進行影像分析
- d.實驗 D：取 6 種啤酒試驗液各 10 mL → 分別加入二滴濃硫酸 → 利用「自行研發試紙」分別以滴管滴加的方式實驗之 → 撕下二鉻酸鉀濾紙 → 待一分鐘 → 觀察呈色並同時拍攝影像 → 進行影像分析

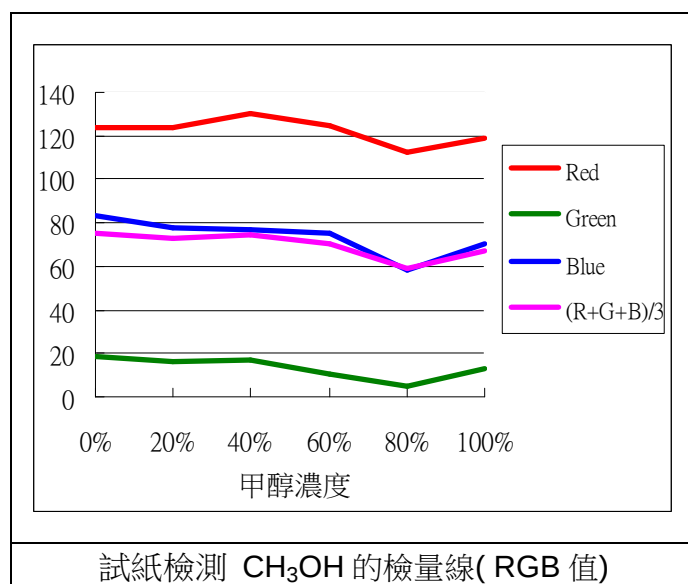
伍、研究結果

(一)步驟四：電腦對試紙呈色之影像分析

(1)方式 B：以甲醇為溶質、乙醇為溶劑

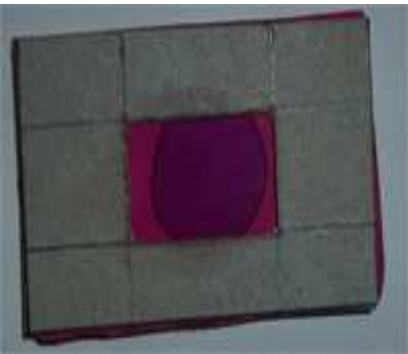
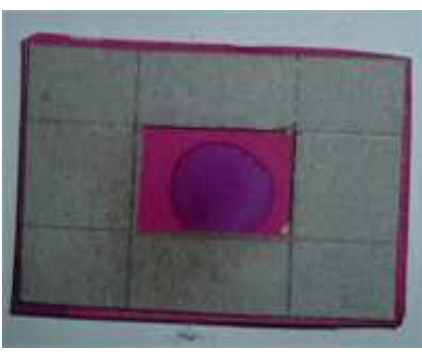
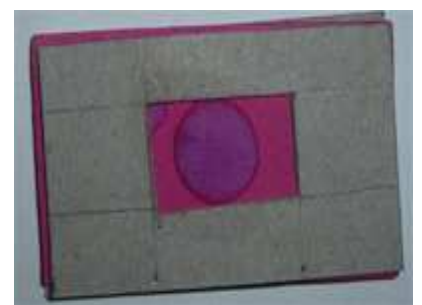
(圓形內部稍淺的部份為實驗結果)

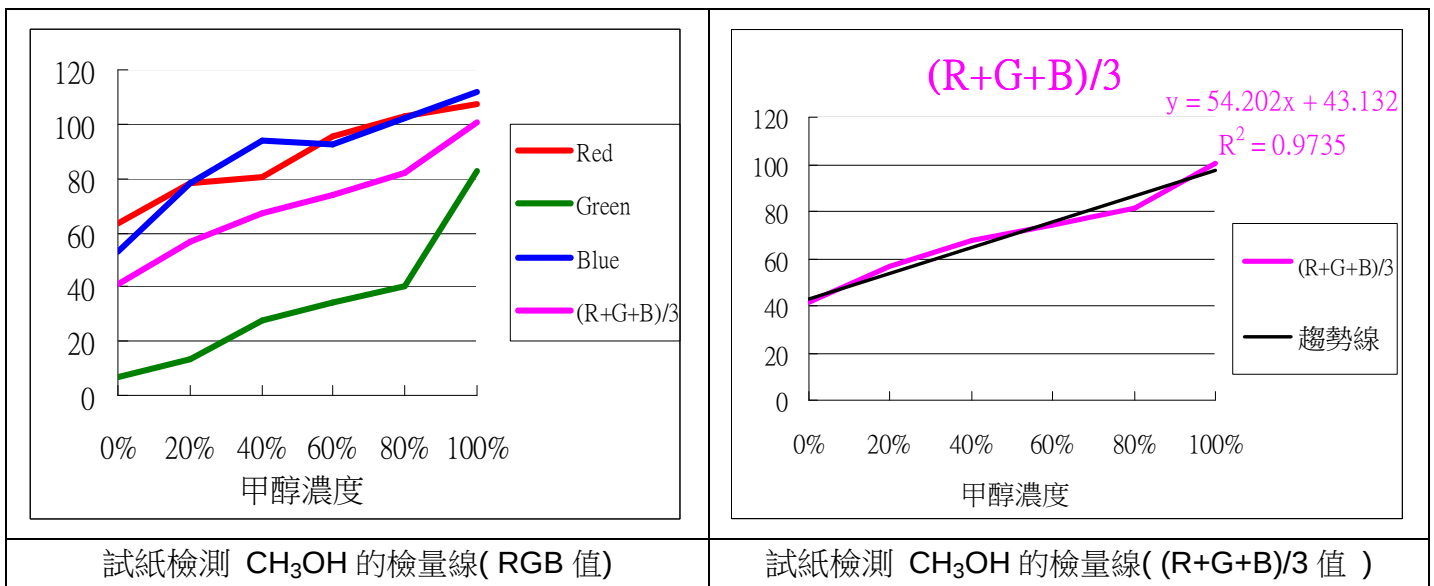
		
甲醇濃度 0%	甲醇濃度 20%	甲醇濃度 40%
		
甲醇濃度 60%	甲醇濃度 80%	甲醇濃度 100%



• 方式 B 結論	利用此方式檢測高濃度的甲醇，試紙上的呈色不明顯，配合 Image J 軟體進行分析，製作檢量線後客觀得知無明顯呈色變化，故不宜取此檢測方式作為後續的「樣品酒實驗」。
-----------	--

(2) 方式 E：以甲醇為溶質、乙醇為溶劑
(深色部份為實驗結果)

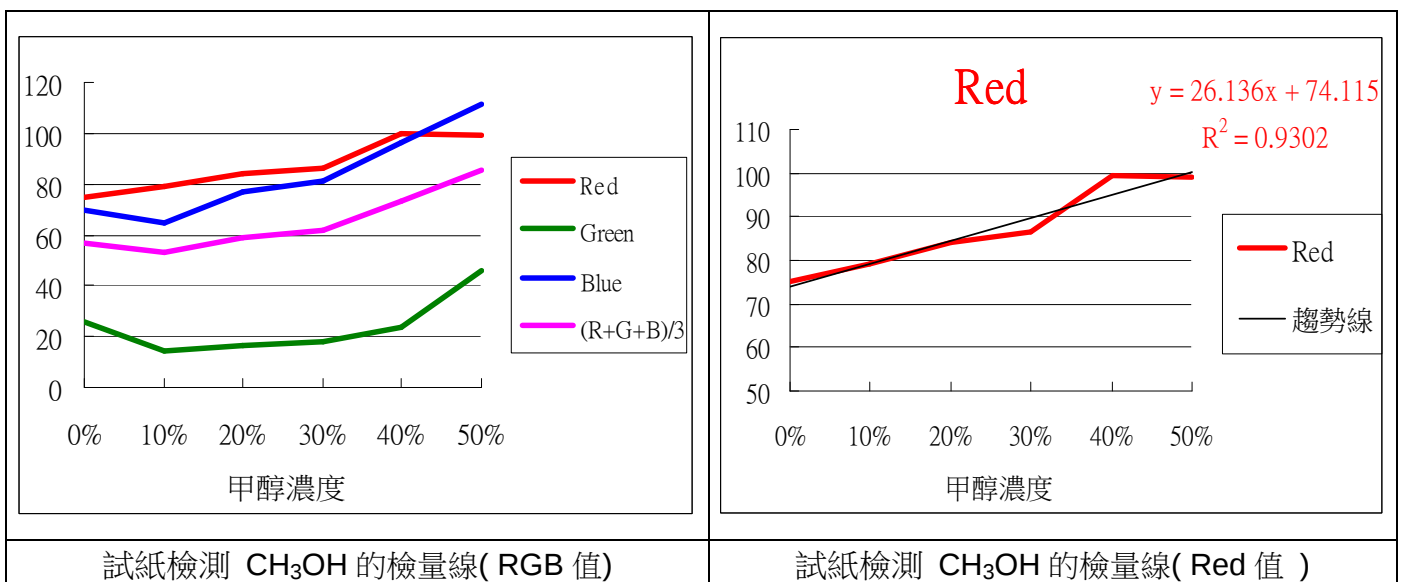
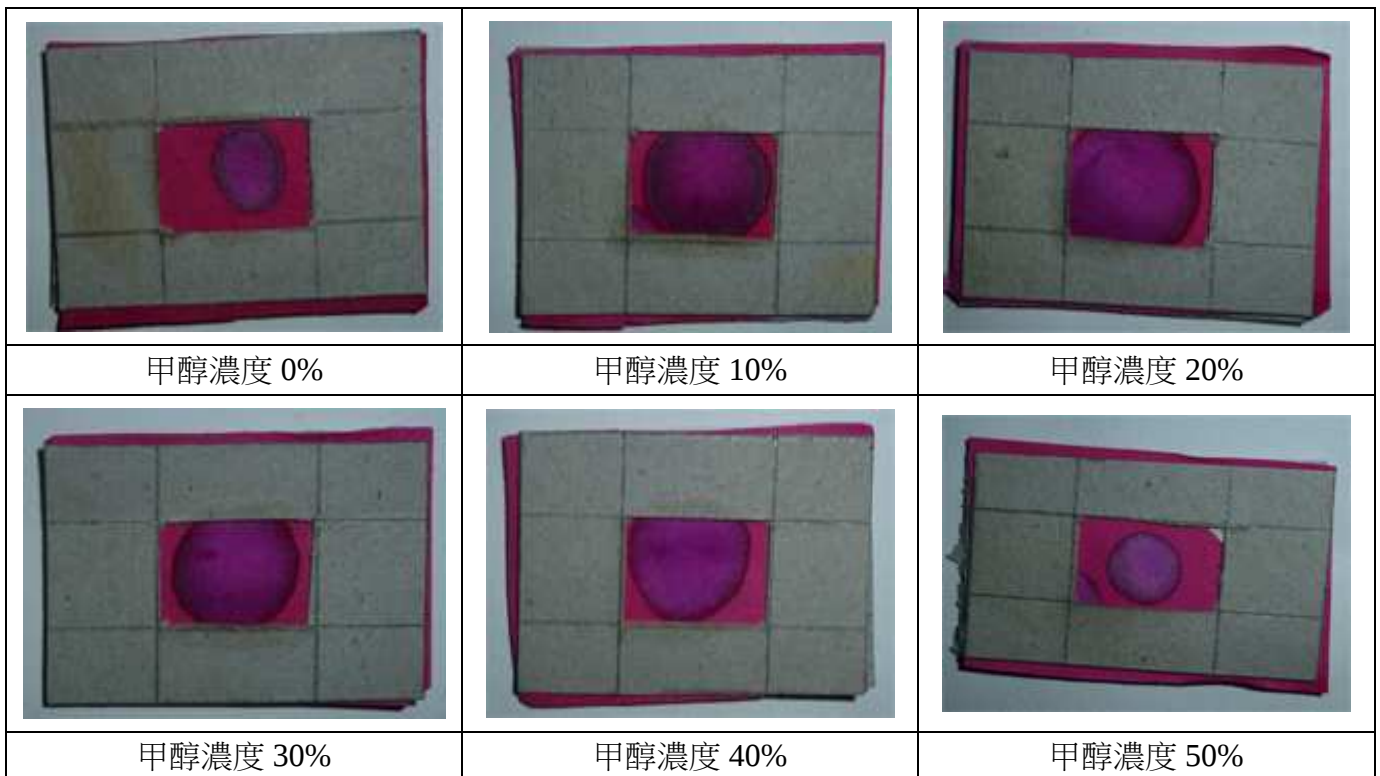
		
甲醇濃度 0%	甲醇濃度 20%	甲醇濃度 40%
		
甲醇濃度 60%	甲醇濃度 80%	甲醇濃度 100%



• 方式 E 結論	利用此方式檢測高濃度的甲醇，試紙上的呈色明顯，配合 Image J 軟體進行分析，製作檢量線後客觀得知隨著甲醇濃度愈高，呈色愈淡，故決定運用此檢測方式繼續進行「樣品酒的檢測實驗」。
------------------	---

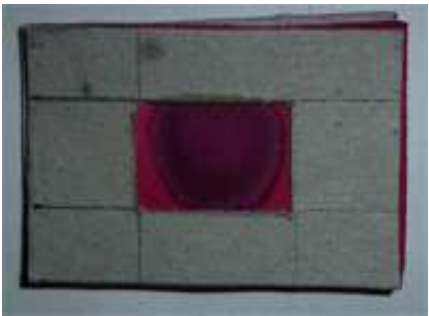
(3) 真實樣品實驗：

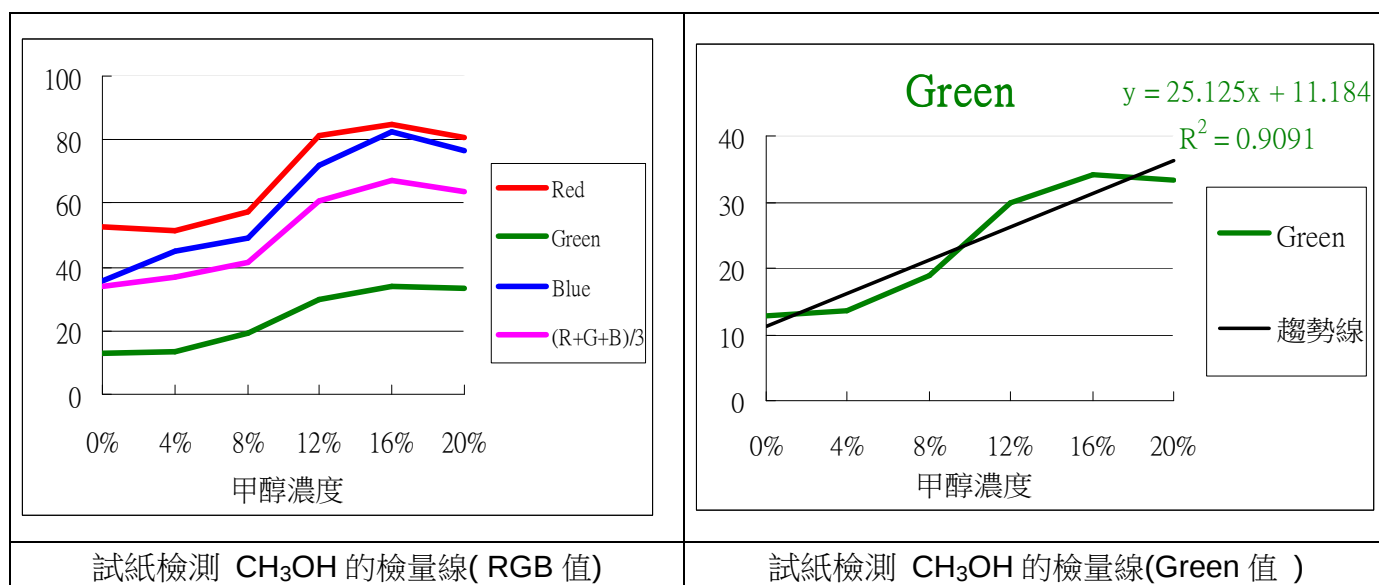
a.實驗 A：以甲醇為溶質、高粱酒為溶劑
(深色部份為實驗結果)



• 實驗 A 結論 可利用此實驗結果作為檢測高粱酒的參考。(參考紅色檢量線)

b.實驗 B：以甲醇為溶質、米酒為溶劑
(深色部份為實驗結果)

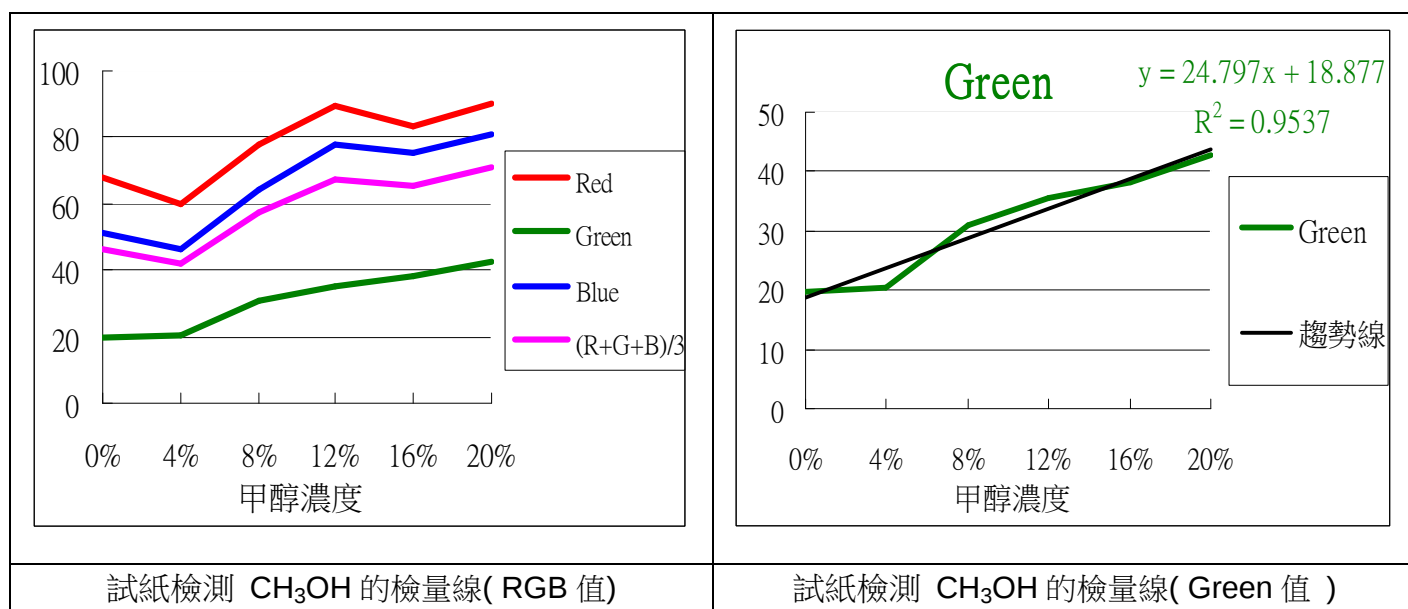
		
甲醇濃度 0%	甲醇濃度 4%	甲醇濃度 8%
		
甲醇濃度 12%	甲醇濃度 16%	甲醇濃度 20%



• 實驗 B 結論 可利用此實驗結果作為檢測米酒的參考。(參考綠色檢量線)

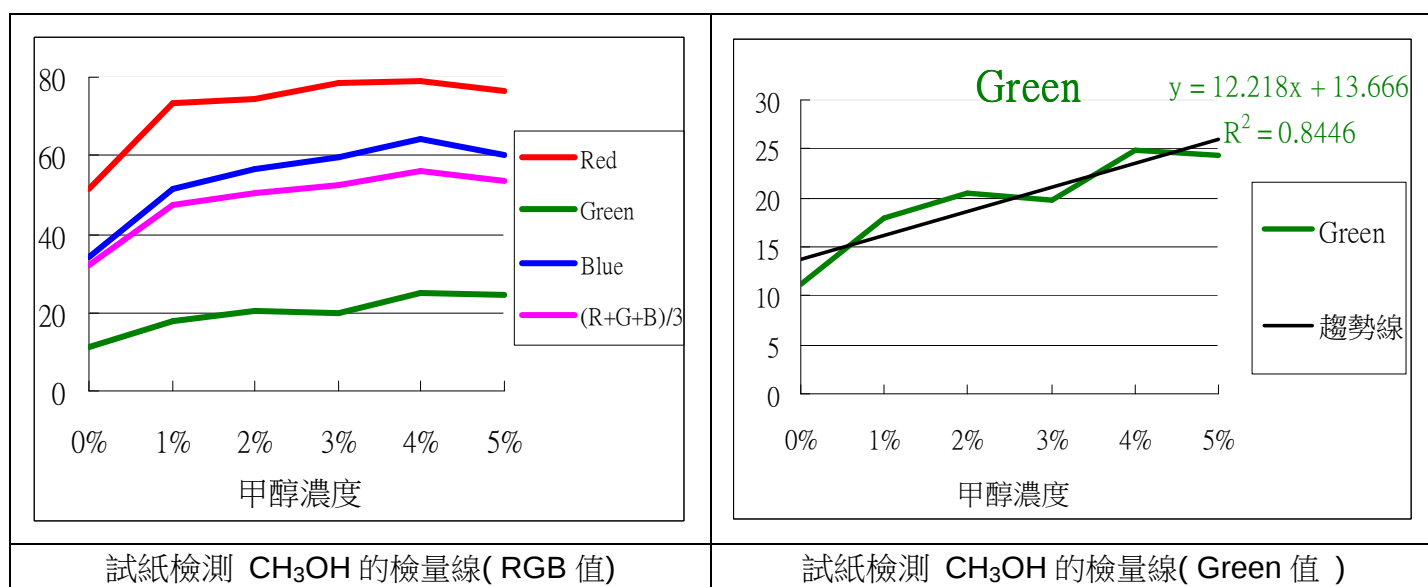
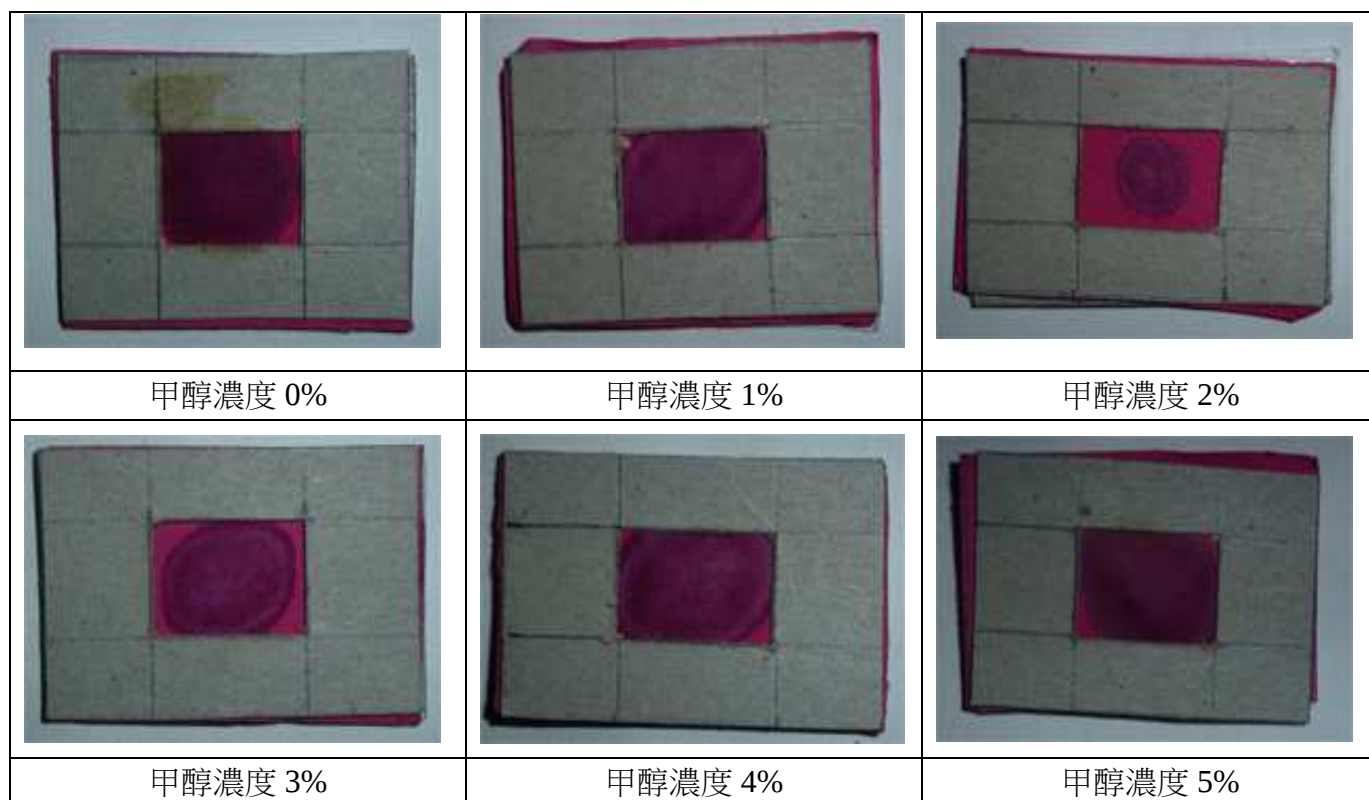
c.實驗 C：以甲醇為溶質、米酒為溶劑
(深色部份為實驗結果)

		
甲醇濃度 0%	甲醇濃度 4%	甲醇濃度 8%
		
甲醇濃度 12%	甲醇濃度 16%	甲醇濃度 20%



• 實驗 C 結論 可利用此實驗結果作為檢測米酒的參考。(參考綠色檢量線)

d. 實驗 D：以甲醇為溶質、啤酒為溶劑
(深色部份為實驗結果)



• 實驗 D 結論	可利用此實驗結果作為檢測啤酒的參考。(參考綠色檢量線)
-----------	-------------------------------

陸、討論

(一) 步驟一：醇類在試管中的呈色實驗與討論

1. 實驗一：以「玫苯胺鹽酸鹽」作為呈色劑

- (1) 每一種配製方式皆有呈色上的變化，但有些只有呈現顏色上濃淡深淺的變化而已，僅方式 B、方式 D 及方式 F 有顏色上的差別。
- (2) 此實驗搭配純甲醛、純甲酸、多倫試液、玫苯胺鹽酸鹽等進行銀鏡反應或呈色反應，最後推得試驗液經“氧化劑”氧化後，得到的“酸”遠多於“醛”。
- (3) 方式 A 的試管 1(純甲醇)呈色較其他試驗液深，雖然可以作為乙醇的定性分析，但由試管 2~5 接近的呈色得知：難以偵測甲、乙醇混合液中甲、乙醇的比例。若以方式 A 與方式 B 作比較，方式 B(以二鉻酸甲為氧化劑)為較佳的方式。
- (4) 由方式 D、E、F 得知若在最後加入濃硫酸會使各試管的呈色有明顯之差距。
- (5) 由呈色及光譜得知，實驗 C 與實驗 E 得到了相似的結果。
- (6) 實驗 E 極為適合作為甲醇的定性分析，以試管 6(純乙醇)及試管 1~5(含甲醇)作比較，分別得到“淡藍”及“深藍”明顯的呈色差距。

2. 實驗二：「間苯二酚」作為呈色劑

- (1) 由對照組(未經氧化的醇類呈色實驗)得知不同的試驗液間，呈色上仍有不同的變化。
- (2) 每一種方式中，在加入濃硫酸催化後，發現顏色皆集中在試管底部(如下方圖(1))，故皆得經過充分的攪拌使呈色均勻。
- (3) 每一種配製方式皆有呈色上的變化，且試管液間有顏色上的差別。
- (4) 由方式 H 與方式 I 得知過程中加入不同的酸性溶液確實會導致不同的呈色結果。
- (5) 方式 G 的氧化方式太弱導致呈色相當接近，也因此與對照組之呈色有些相似。
- (6) 整組實驗下來得知，以二鉻酸鉀作為氧化劑之呈色結果較為鮮明。

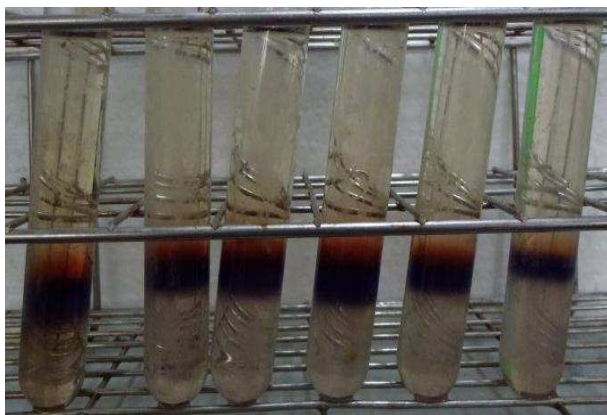


圖 (1)

3. 實驗三：以「變色酸二鈉鹽」作為呈色劑

- (1) 無論呈色劑加入多少，6 種試驗液皆無明顯呈色變化，且較混濁。
- (2) 在放置 30 分鐘的過程中會產生沉澱物。
- (3) 搭配文獻資料得知變色酸二鈉鹽需與濃度極高之甲醛反應使得到呈色上的變化，而我們的實驗難以使純甲醇氧化成純甲醛，因此得到了「無呈色變化」的結果。
- (4) 同(3)，難以測量飲用酒中所擁有的甲醇含量。

(二) 步驟二：醇類在濾紙上的呈色實驗

4.實驗四：以「玫苯胺鹽酸鹽」染於濾紙上作為試紙

- (1) 將濃硫酸直接滴加於試紙上會有脫水的現象，而導致試紙破洞，故相較於「步驟一」的試管實驗，我們嘗試事先滴加濃硫酸於試驗液中。因此也導致方式 E 與方式 F 有相同的實驗過程。
- (2) 因難以使呈色劑均勻分布於濾紙上，導致濾紙上部份區域會有異色的現象。
- (3) 因發現以原本的試紙(亞硫酸-對玫苯胺鹽酸鹽試紙 B)實驗效果不錯，故嘗試以相同的方式實驗不同的試紙。
- (4) 推測因濾紙吸附溶液量少，難以使液體間有充分的反應，導致方式 B 兩種試驗液的呈色結果非常接近，方式 D 也是如此。方式 E 相對來說有較明顯的呈色差距，但因濾紙吸附量少，也因此實驗的試驗液為高濃度試驗液時才會有如此的結果。

5.實驗五：以「間苯二酚」染於濾紙上作為試紙

- (1) 方式 H 無顏色的差別，而方式 I 有明顯的顏色差別。
- (2) 發現濾紙的呈色即為試驗液經過氧化、脫色後所呈現的顏色，故得知間苯二酚水溶液無法單獨作為呈色劑，需有濃硫酸作為催化劑。但濃硫酸會使濾紙破裂，所以此實驗難以進行。

6.實驗六：以「自製呈色顆粒」鋪於紙張上作為試紙

- (1) 以「安柏瑞」作為吸附顆粒時，發現顆粒較大，相對於「二氧化矽」較難使所吸附的呈色試劑集中，故決定以二氧化矽為吸附介質製作呈色顆粒。
- (2) 當製作氧化劑濾紙使之乾燥後，發現 KMnO_4 已變為 MnO_2 ， $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 也變為 K_2CrO_4 而降低氧化能力，但因 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，故在附有硫酸顆粒的實驗中，氧化劑濾紙均改為使用二鉻酸鉀濾紙。
- (3) 使用亞硫酸氫鈉顆粒，發現會使呈色呈色較淡，故決定不使用亞硫酸氫鈉顆粒。
- (4) 僅安柏瑞可拿來製作硫酸顆粒，但因顆粒較大，若鋪於紙上易使呈色不均勻，故不可使用硫酸顆粒。
- (5) 欲檢測之液體落在呈色顆粒上，發現呈色不均勻，進而影響定量分析之結果，故應改良試紙。

(三)步驟三：醇類在自行研發試紙上的呈色實驗

- (1) 試紙的部份，將「濾紙」及「自製呈色顆粒」作結合，解決了呈色太深、太淡及不均勻的問題，而使試紙呈色較為理想。
- (2) 利用「自行研發試紙」檢測樣品酒時，發現檢測酒精濃度較高者，試紙呈紫色，而檢測酒精濃度較低者，試紙呈色偏暗。

(四)步驟四：電腦對試紙呈色之影像分析

- (1) 發現檢測不同濃度之樣品酒，皆有不錯的效果，且隨著樣品酒當中甲醇濃度的增加(x 軸值)，meaning 值也跟著穩定增大，x 軸值與 y 軸 meaning 值呈上升的線性關係。
- (2) 檢測較低酒精濃度之樣品酒，參考 Green 檢量線較為適宜。

柒、結論

一、欲檢測純酒精中甲醇的含量：

- (1)取 5mL 液體後加入一滴濃硫酸，可利用「自行研發試紙」檢測之，等待一分鐘將影像拍攝下來，以 Image J 進行 RGB 值的呈色分析後，參考(R+G+B)/3 檢量線。

二、欲檢測高粱酒或酒精濃度約 50%酒中甲醇的含量：

(1)取 5mL 液體後加入一滴濃硫酸，可利用「自行研發試紙」檢測之，等待一分鐘將影像拍攝下來，以 Image J 進行 RGB 值的呈色分析後，參考 Red 檢量線。

三、欲檢測米酒或酒精濃度約 20%酒中甲醇的含量：

(1)取 5mL 液體後加入一滴濃硫酸，可利用「自行研發試紙」檢測之，等待一分鐘將影像拍攝下來，以 Image J 進行 RGB 值的呈色分析後，參考 Green 檢量線。

(2)取 5mL 液體後加入一滴濃硫酸，可利用「自行研發試紙」檢測之，等待二分鐘將影像拍攝下來，以 Image J 進行 RGB 值的呈色分析後，參考 Green 檢量線。

四、欲檢測啤酒或酒精濃度約 5%酒中甲醇的含量：

(1)取 10mL 液體後加入二滴濃硫酸，可利用「自行研發試紙」檢測之，等待一分鐘將影像拍攝下來，以 Image J 進行 RGB 值的呈色分析後，參考 Green 檢量線。

五、經過多種樣品的實驗後，發現大部分檢測出的 RGB 值(曲線)之其一或更多，隨著甲醇濃度的增加皆有穩定上升的趨勢，包括低酒精濃度的啤酒皆有如此的趨勢，可知試紙檢測假酒的實驗具可行性。

六、在自行研發試紙的呈色實驗中，雖然精確度仍不如反應藥品在溶液中的實驗，但提供我們迅速地檢驗出低濃度假酒，檢驗方式更為方便。

七、當你想要暢飲一瓶酒，僅需要「一張試紙」、「一支滴管」、「一滴硫酸」及「筆記型電腦」，便能簡易、方便、迅速檢測出酒中是否添加不為人知的假酒！



<電腦分析裝置>

(包括筆記型電腦、相機、暗箱、傳輸線、滑鼠)

捌、參考資料及其他

一、高中基礎化學(二)→2-5 官能基與常見的有機化合物。(康寧泰順書坊：洪煌生 編著)

二、比爾定律與吸收度。

<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=40848>

三、全國 43 屆科展，化學科，以自治簡易裝置改良假酒中甲醇的定性及定量分析

<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/43/pdf/d/030205.pdf>

四、用 Image J 分析顏色。

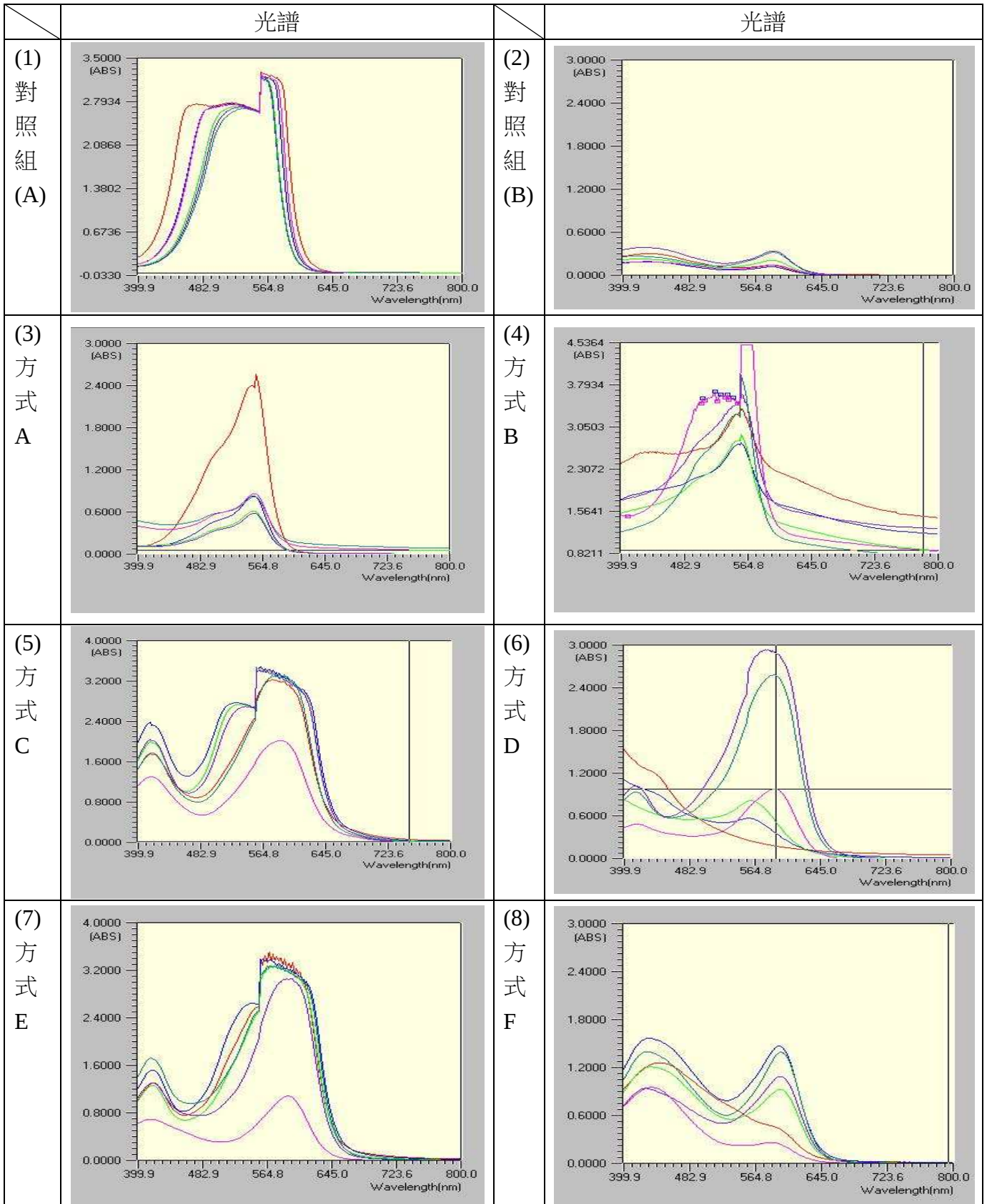
<http://a-chien.blogspot.tw/2009/05/imagej.html>

附錄一

- 「實驗一」光譜：(作為比較「呈色變化」的參考，部分為無效光譜)

紅曲線：甲醇，藍曲線：甲：乙=4：1，淺綠曲線：甲：乙=3：2

紫曲線：甲：乙=2：3 深綠曲線：甲：乙=1：4 粉紅曲線：乙醇

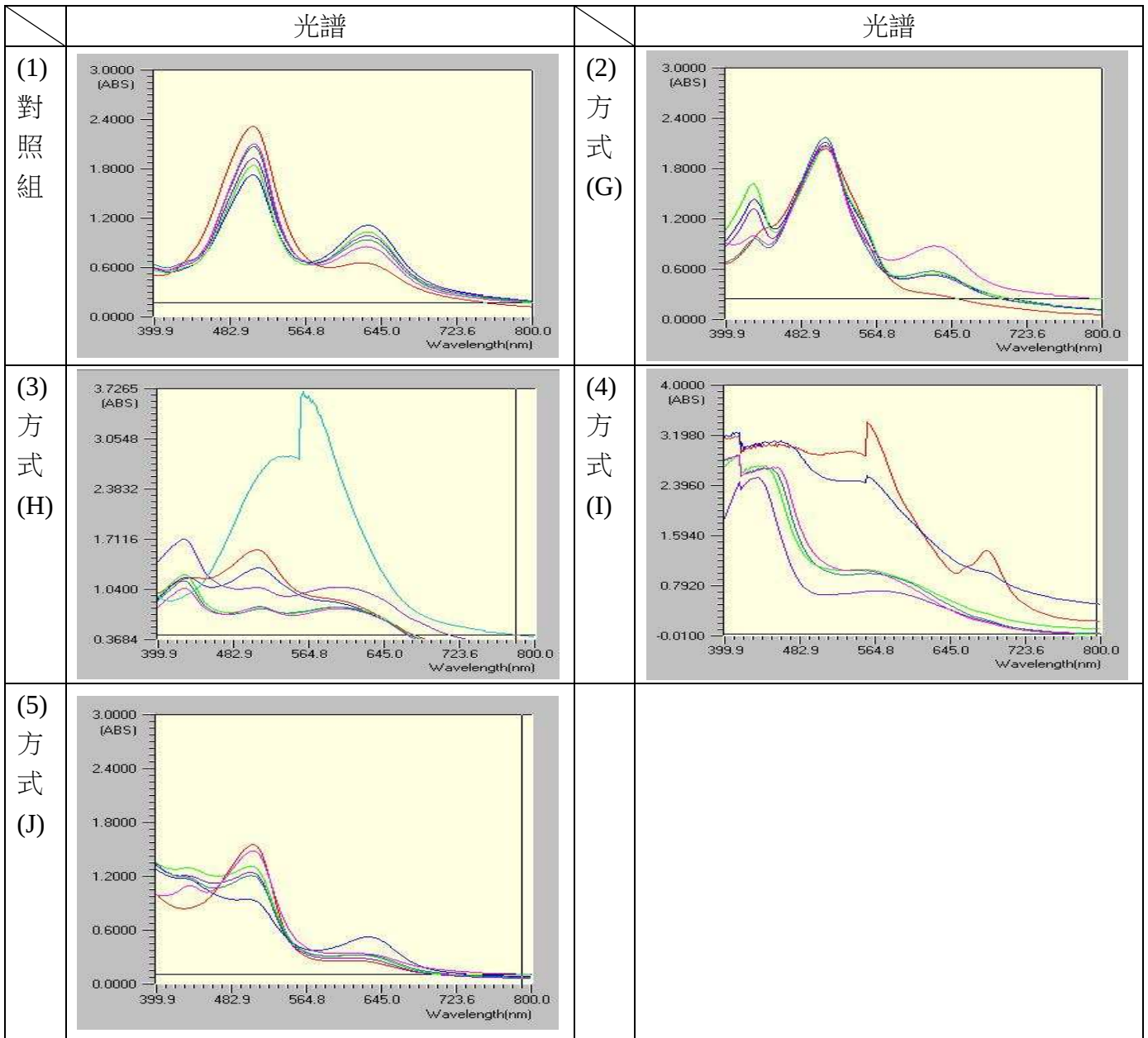


附錄二

- 「實驗二」光譜：(作為比較「呈色變化」的參考，部分為無效光譜)

紅曲線：甲醇，藍曲線：甲：乙=4：1，淺綠曲線：甲：乙=3：2

紫曲線：甲：乙=2：3 深綠曲線：甲：乙=1：4 粉紅曲線：乙醇

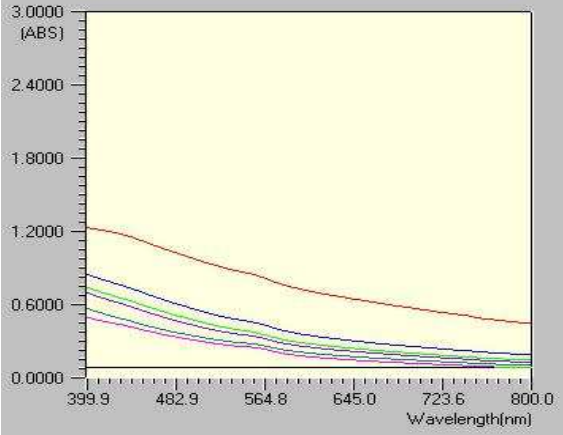
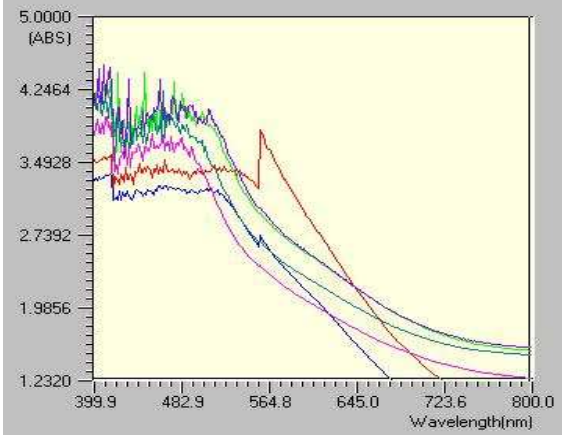
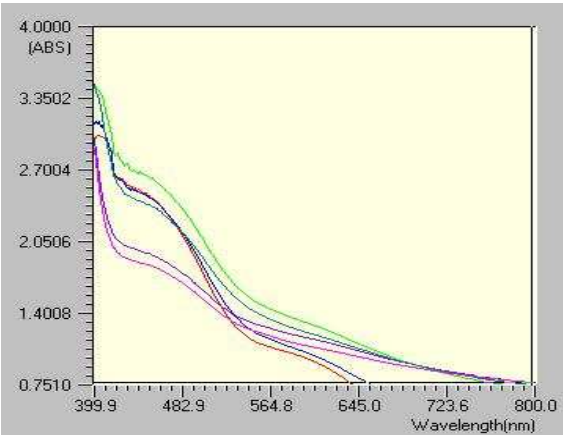


附錄三

- 「實驗三」光譜：(作為比較「呈色變化」的參考，部分為無效光譜)

紅曲線：甲醇，藍曲線：甲：乙=4：1，淺綠曲線：甲：乙=3：2

紫曲線：甲：乙=2：3 深綠曲線：甲：乙=1：4 粉紅曲線：乙醇

	光譜		光譜
(1) 對 照 組		(2) 方 式 (K)	
(3) 方 式 (L)			

【評語】 040209

計畫之主要目的為開發一簡易的假酒鑑定法。作者成功地開發了試紙檢測法並使用電腦顏色分析之功能分析檢測的數據。所開發之方法有一定的應用性，但尚未能檢測低濃度(ppm)之假酒。此外對已參展過之作品宜有更清楚的瞭解。