

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作者說明書

高中組化學科

040210

臺中縣立后綜高級中學

指導老師姓名

林文中

趙添福

作者姓名

陳杰鴻

林冠德

魏意銘

# 中華民國第 四十四 屆中小學科學展覽會 作品說明書

附件五：  
說明書封面

科 別：化學

組 別：高中

作品名稱：R、G、B - 數位相機與溶液濃度的探討及應用平衡常數測定

關 鍵 詞：RGB、數位相機、平衡常數（最多三個）

編 號：

製作說明：

- 1.說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
- 2.編號由國立臺灣科學教育館統一編列。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

# R、G、B - 數位相機與溶液濃度的探討及應用平衡常數測定

## 壹、摘要

由平衡常數測定之比色法思考改進方向，應用數位相機對  $\text{KMnO}_4$  濃度檢測，探討影響變因及操作方法，發現比色法看片箱光源及以培養皿容器為最佳，並利用暗箱阻絕外界光源進行拍攝。經一系列測試發現光圈、快門需對濃度最小溶液測光，且將光圈、快門固定，進行不同濃度拍攝，以影像軟體與統計軟體進行迴歸分析，求出 RGB 值與濃度之線性關係檢量線。依上列方法分別對不同區間濃度較高與較低溶液測試，發現仍可得到 RGB 值與濃度之線性關係，惟測試濃度過大或濃度太小者，無法利用此方法求出線性關係。運用此方法進行對不同種類溶液測試，發現  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  與  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  皆可得 RGB 值與濃度之線性關係， $\text{CuSO}_4$  溶液則無法判別。最後利用數位相機拍攝之方式應用於平衡常數測定實驗取代比色法對  $\text{FeSCN}^{2+}$  濃度進行檢測，發現求得之平衡常數與文獻值比較差異在可接受範圍內，可利用此方法作為比色法實驗參考。

## 貳、研究動機

在選修化學實驗中有利用比色法的方式測定化學平衡常數，實驗過程中因為容易因肉眼觀察產生誤差，便思考如何能用其他方式或工具得到較精準的測量。近年來數位相機的發展非常快速，畫素不斷提升，因此利用數位相機對不同濃度作照相，並利用電腦影像軟體及統計軟體對拍攝相片之 RGB 值色彩深度作分析，以求得待測溶液濃度，並且應用此方法探討改進化學平衡常數測定實驗。

## 參、研究目的

- 一、以不同光源及呈裝容器進行拍攝的選擇比較。
- 二、不同數位相機拍攝方法與不同溶液濃度 RGB 數值的關係探討。
- 三、不同溶液濃度區間適用性的探討。
- 四、不同種類溶液測定結果的探討。
- 五、應用本實驗方法於平衡常數測定實驗。

## 肆、研究設備及器材

實驗儀器	數量
蒸餾水製造機	一台

實驗儀器	數量
燒杯 250ml、100ml	2 個

電子天平(精確至 0.01g)	一台
數位相機 Nikon 995 334 萬畫素	一台
自製暗箱	1 個
LED 燈源頭燈	一個
日光燈	2 支
手電筒	一支
60W 燈泡	一個
安全吸球	1 個
分度吸量管 (25mL、5mL)	1 支
筆記型電腦	1 台
影像軟體 (全校授權版)	1 套

容量瓶 500ml、250ml、25ml	各 10 個
量筒 250 ml	2 個
漏斗	10 個
試管	10 個
滴管	10 支
燒杯 100ml、250ml	各 10 個
比色管	10 支
培養皿	2 個
SPSS 統計軟體 (免費試用版)	1 套

實驗藥品	數量
重鉻酸鉀 $K_2Cr_2O_7$ (試藥級)	10 克
過錳酸鉀 $KMnO_4$ (試藥級)	20 克
鉻酸鉀 $K_2CrO_4$ (試藥級)	10 克
硫酸銅 $CuSO_4$ (試藥級)	10 克
硝酸鐵 $Fe(NO_3)_2$	1 克
蒸餾水 (實驗室自製)	10 公升

## 伍、 研究過程或方法

一、以不同光源及呈裝容器對拍攝結果的比較選擇。

(一) 改變拍攝時光源

1. 配製 25mL 之 0.001M  $KMnO_4$  作為標準溶液,並製作一長 19cm 寬 19cm 高 19.5cm 的暗箱 (內部包覆黑色不透明布),作為阻絕外界光源用。
2. 分別以 LED 燈、燈泡式手電筒、日光燈式手電筒、60W 燈泡、看片箱原有日光燈源作為拍攝時之光線來源。
3. 將配製之標準溶液以吸量管取 25mL 倒入培養皿中待測,以數位相機調整光圈為 5.1,並以光圈先決模式並調整曝光時間以達成最佳曝光量,分別拍攝下改變不同光源之實驗結果,每張相片取 25 點計算平均值及標準差比較差異。

(二) 改變拍攝相片時之曝光量

1. 首先以固定光圈(F5.4)及固定快門(1/125 秒)拍攝 0.001M  $KMnO_4$  至 0.01M  $KMnO_4$ (預先配製,每隔 0.001M)等不同濃度之溶液,每次以吸量管吸取 25mL 置

入培養皿中待測，拍攝後以影像處理軟體讀取 20 點之 RGB 值平均，輸入數學統計軟體 SPSS 作線性迴歸之分析。

2. 另外以固定光圈(F5.4)，運用光圈先決測光(每張相片之曝光量為最適當之光線)，分別對步驟一的相同溶液拍攝，並以相同方法進行分析。

## 二、不同數位相機拍攝方法與不同溶液濃度 RGB 數值的關係探討。

(一) 拍攝一系列不同濃度溶液時，配製 0.001M  $\text{KMnO}_4$  至 0.01M  $\text{KMnO}_4$ (預先配製，每隔 0.001M)各 25mL，先對以濃度小者 0.001M  $\text{KMnO}_4$  測光決定光線量，進行拍攝(光圈 5.1、快門 1/125 秒)，完成各種濃度的測量，並輸入統計軟體作分析。

(二) 另外以高濃度者 0.01M  $\text{KMnO}_4$  測光進行拍攝(光圈 5.2、快門 1/8 秒)，依次降低濃度完成測量及數據分析。

## 三、不同溶液濃度區間適用性的探討。

(一) 分別配製 0.1M  $\text{KMnO}_4$  與 0.01M  $\text{KMnO}_4$  與 0.001M  $\text{KMnO}_4$  溶液，並且依序稀釋出 0.02 0.09M(間隔 0.01)、0.002M 0.009M(間隔 0.001)、0.0001M 0.0009M(間隔 0.0001) 之  $\text{KMnO}_4$  溶液，各取 25mL 置入培養皿中待測。

(二) 分組先對以濃度小者測光決定光線量，進行拍攝(每組光圈及快門皆不同)，完成各種濃度的測量，並輸入統計軟體作分析結果。

## 四、不同種類溶液測定結果的探討。

(一) 分別配製 0.01M  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ 、 $\text{CuSO}_4$  與  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液，並且依序稀釋出 0.001 0.009M(間隔 0.001)之濃度不同溶液各 25mL 待測。

(二) 分組先對以濃度小者測光決定光線量，進行拍攝(每組光圈及快門皆不同)，完成各種濃度的測量，並輸入統計軟體作分析結果。

## 五、應用本實驗方法於平衡常數測定實驗。

(一) 重複高三選修化學上冊實驗三平衡常數的測定(龍騰、大同版)，並依實驗手冊方法配製溶液備用。

(二) 配製 0.001M  $\text{FeSCN}^{2+}$  溶液 100mL 作為標準溶液，並且依序稀釋為 0.00075M、0.00050M、0.00025M、0.0001M，並且以數位相機拍攝(光圈 5.3、快門 1/125)，收集數據以製作檢量線參考。

(三) 另依實驗手冊步驟，配製成之 1 5 號待測溶液，依照上述方法拍攝(光圈快門相同)，輸入以標準溶液建立之直線方程式求出濃度，計算平衡常數 K 值。

# 陸、 研究結果

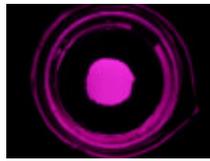
## 一、以不同光源及呈裝容器拍攝的選擇比較。

(一) 不同光源對拍攝的相片產生之差異實驗結果，(表一)

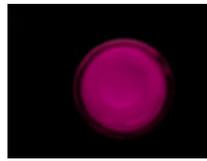
光源名稱	R 值 平均值	R 值 標準差	G 值 平均值	G 值 標準差	B 值 平均值	B 值 標準差
LED 燈	234.04	25.51	103.64	23.74	238.32	32.83

燈泡式手電筒	250.52	10.93	93.08	37.79	123.48	39.15
日光燈式手電筒	254.56	2.2	87.56	9.46	201.04	10.91
60W 燈泡	255	0	151.32	24.81	186.52	24.80
看片箱日光燈源	248	5.00	114.4	4.34	253	2.36

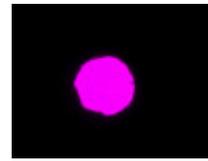
(二) 不同容器對拍攝相片產生之差異實驗結果



圖一：燒杯



圖二：比色管



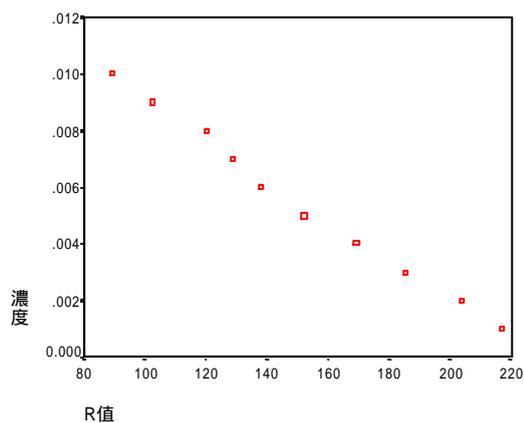
圖三：培養皿

二、不同數位相機拍攝方法與不同溶液濃度 RGB 數值的關係探討。

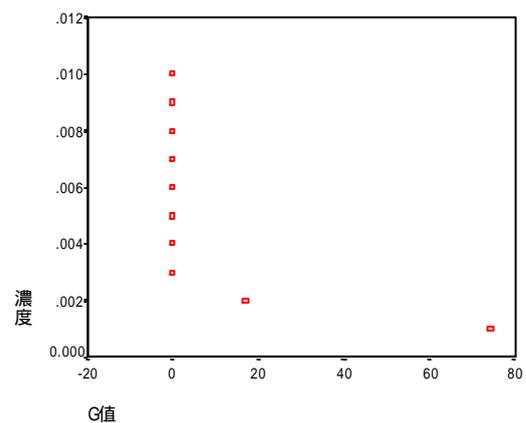
(一) 對不同濃度溶液採固定光圈(F5.4)及固定快門(1/125 秒)拍攝實驗結果 (每一組濃度以電腦影像軟體取 20 點平均值):(表二)

數位相機採固定光圈(F5.4)及固定快門(1/125 秒)：				
KMnO <sub>4</sub> 溶液 濃度	R	G	B	光圈、快門
0.01M	89.3	0	95.25	F5.4、1/125 秒
0.009M	102.45	0	106.1	F5.4、1/125 秒
0.008M	120.15	0	123.35	F5.4、1/125 秒
0.007M	128.7	0	125.8	F5.4、1/125 秒
0.006M	138	0	129.7	F5.4、1/125 秒
0.005M	152.25	0	136.2	F5.4、1/125 秒
0.004M	169.3	0	147.95	F5.4、1/125 秒
0.003M	185.6	0	163	F5.4、1/125 秒
0.002M	203.9	17.1	177.9	F5.4、1/125 秒
0.001M	217.1	74.45	194.5	F5.4、1/125 秒

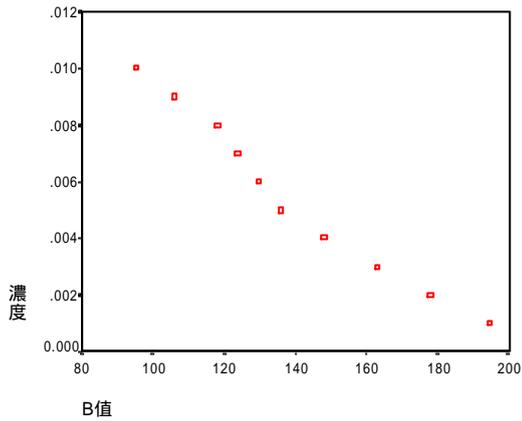
圖三：測定 R 值與 KMnO<sub>4</sub> 濃度關係圖



圖四：測定 G 值與 KMnO<sub>4</sub> 濃度關係圖



圖五：測定 B 值與 KMnO<sub>4</sub> 濃度關係圖



表三：KMnO<sub>4</sub> 濃度迴歸分析

模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配		
1 (常數)	1.468E-02	.001		23.970	.000
R 值	-1.041E-04	.000	-1.471	-7.968	.000
B 值	4.649E-05	.000	.479	2.593	.036

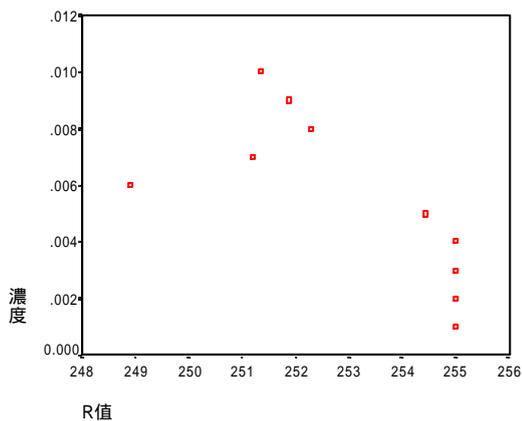
a. 依變數\：濃度

迴歸線方程式： $[KMnO_4] = -1.041 \times 10^{-4} \times [R \text{ 值}] + 4.649 \times 10^{-5} \times [B \text{ 值}] + 1.468 \times 10^{-2}$  (適用 0.01M~0.001M)

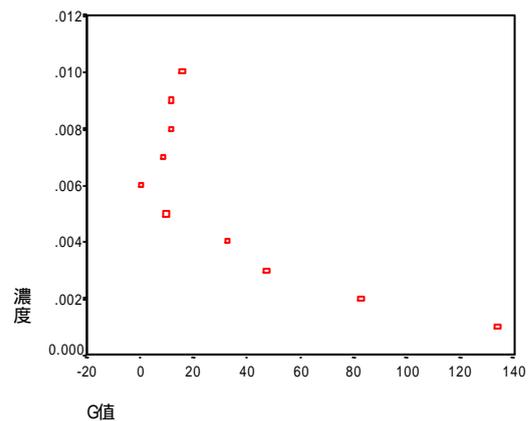
(二) 對不同濃度溶液採固定光圈(F5.8)，快門則由數位相機光圈先決模式測光調整拍攝實驗結果 (每一組濃度以電腦影像軟體取 20 點平均值)：(表四)

數位相機採固定光圈，快門速度由相機自行測光調整至最佳光量：				
KMnO <sub>4</sub> 溶液濃度	R	G	B	光圈、快門
0.01M	251.35	15.7	255	F5.8、1/3 秒
0.009M	251.9	11.5	225	F5.8、1/4 秒
0.008M	252.3	11.95	255	F5.8、1/5 秒
0.007M	251.2	8.9	255	F5.8、1/5 秒
0.006M	248.9	0.35	255	F5.8、1/8 秒
0.005M	254.45	9.8	255	F5.8、1/8 秒
0.004M	255	32.7	255	F5.8、1/14 秒
0.003M	255	47.4	255	F5.8、1/16 秒
0.002M	255	83	255	F5.8、1/21 秒
0.001M	255	134.05	254.55	F5.8、1/30 秒

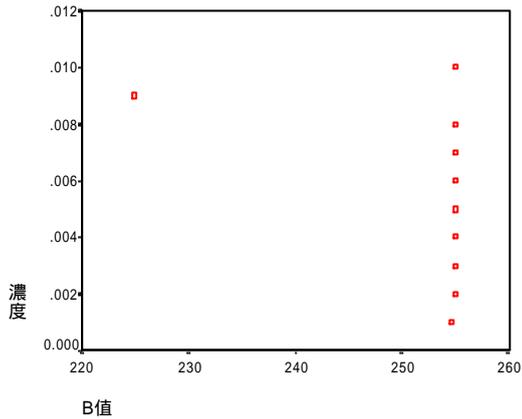
圖六：測定 R 值與 KMnO<sub>4</sub> 濃度關係圖



圖七：測定 G 值與 KMnO<sub>4</sub> 濃度關係圖



圖八：測定 B 值與 KMnO<sub>4</sub> 濃度關係圖



表五：KMnO<sub>4</sub> 濃度迴歸分析

模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配		
1 (常數)	.144	.095		1.515	.180
R 值	-4.632E-04	.000	-.333	-1.235	.263
G 值	-3.749E-05	.000	-.526	-1.948	.099
B 值	-7.752E-05	.000	-.243	-1.164	.289

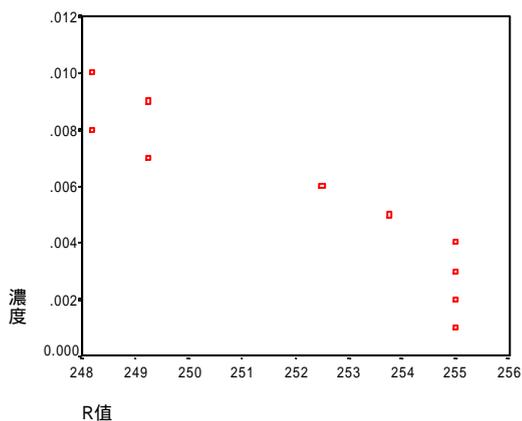
a. 依變數\：濃度

迴歸線方程式：顯著性太低

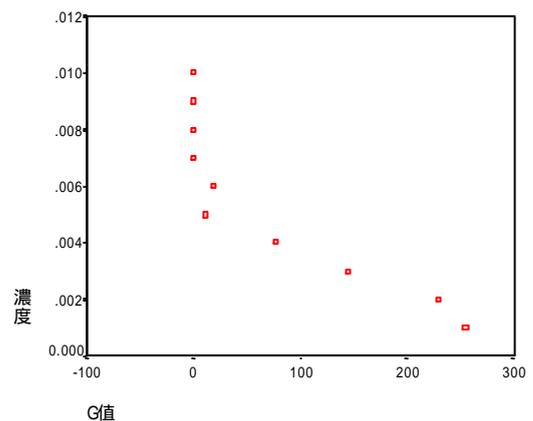
- (三) 對不同濃度溶液，拍攝時測光先後順序，先由濃度低 (0.001M) 先測光後，採固定光圈(F5.4)及固定快門(1/125 秒)，對每一不同濃度拍攝實驗結果 (每一組濃度以電腦影像軟體取 20 點平均值)：實驗結果同 (一)
- (四) 對不同濃度溶液，拍攝時測光先後順序，先由濃度高(0.01M)者先測光後，採固定光圈(F5.4)及固定快門(1/125 秒)，對每一不同濃度拍攝實驗結果 (每一組濃度以電腦影像軟體取 20 點平均值)：(表六)

數位相機採固定光圈 (F5.2) 及快門速度 (1/8)，測光方式由濃度大者為基準：			
KMnO <sub>4</sub> 溶液濃度	R	G	B
0.01M	248.2	0	255
0.009M	249.25	0	255
0.008M	248.2	0	255
0.007M	249.25	0	255
0.006M	252.5	18.7	255
0.005M	253.75	11.15	255
0.004M	255	77	255
0.003M	255	145.15	255
0.002M	255	229.75	255
0.001M	255	255	255

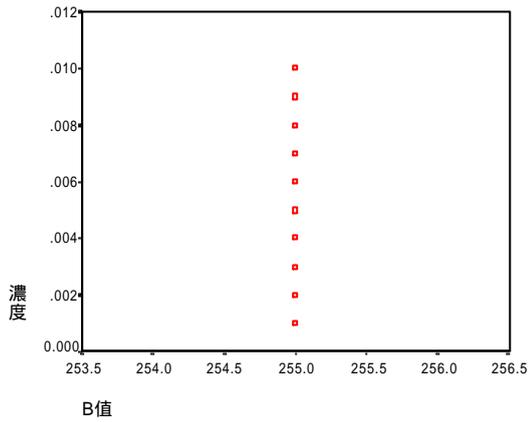
圖九：測定 R 值與 KMnO<sub>4</sub> 濃度關係圖



圖十：測定 G 值與 KMnO<sub>4</sub> 濃度關係圖



圖十一：測定 B 值與 KMnO<sub>4</sub> 濃度關係圖



表七：KMnO<sub>4</sub> 濃度迴歸分析

模式		未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
		B 之估計值	標準誤	Beta 分配		
1	(常數)	.159	.034		4.716	.002
	R值	-6.034E-04	.000	-.606	-4.494	.003
	G值	-1.297E-05	.000	-.431	-3.195	.015

a. 依變數\ : 濃度

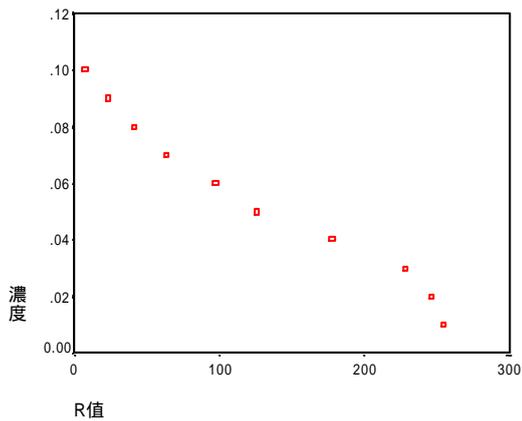
迴歸線方程式：顯著性太低。

三、不同溶液濃度區間適用性的探討。

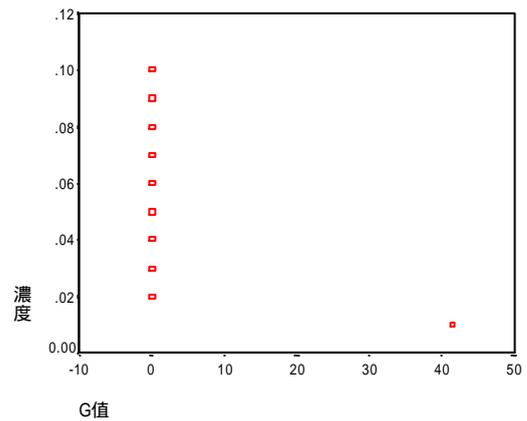
(一) 為探討不同濃度時所拍攝之溶液 R、G、B 值是否適用，即以相同溶液 KMnO<sub>4</sub> 改變濃度，配製成 0.01M~0.1M (間隔 0.01M) 並以上列探討出之拍攝方法進行測試，所得結果如下：(表八)

數位相機採固定光圈 (F5.4) 及快門速度 (1/4)，濃度區間為 0.1M 0.01M：			
KMnO <sub>4</sub> 溶液濃度	R	G	B
0.01M	255	41.6	255
0.02M	246.5	0	255
0.03M	229.15	0	255
0.04M	178.25	0	227.75
0.05M	125.95	0	168.95
0.06M	97.15	0	136.55
0.07M	63.05	0	98.3
0.08M	41.3	0	70.7
0.09M	23.1	0	45.95
0.10M	7.55	0	20.65

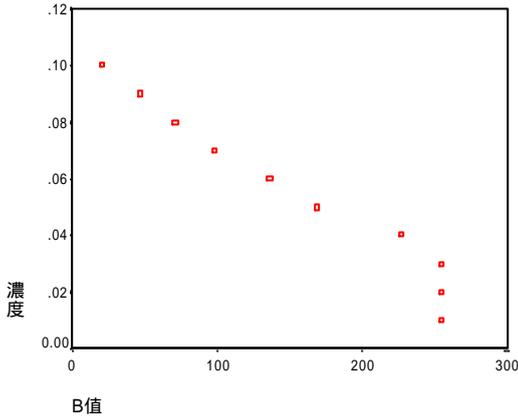
圖十一：測定 R 值與 KMnO<sub>4</sub> 濃度關係圖



圖十二：測定 G 值與 KMnO<sub>4</sub> 濃度關係圖



圖十三：測定 B 值與 KMnO<sub>4</sub> 濃度關係圖



表九：KMnO<sub>4</sub> 濃度迴歸分析

模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配		
1 (常數)	9.799E-02	.005		20.554	.000
R 值	-2.226E-04	.000	-.698	-1.975	.089
B 值	-9.640E-05	.000	-.293	-.828	.435

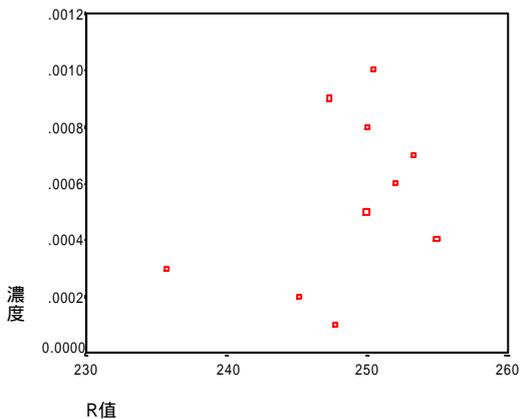
a. 依變數\ : 濃度

迴歸線方程式： $[KMnO_4] = -2.226 \times 10^{-4} \times [R \text{ 值}] + 9.640 \times 10^{-5} \times [B \text{ 值}] + 9.799 \times 10^{-2}$  (適用 0.08M~0.01M)

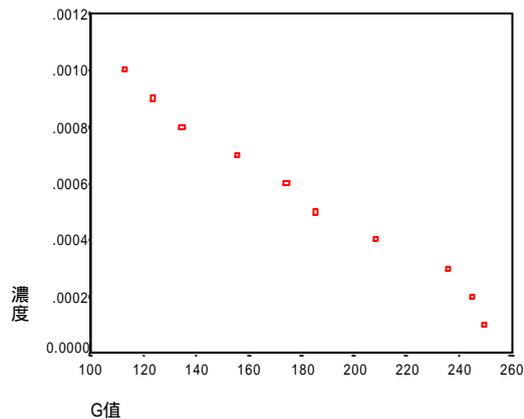
(二) 為探討不同濃度時所拍攝之溶液 R、G、B 值是否適用，即以相同溶液 KMnO<sub>4</sub> 改變濃度，配製成 0.001M~0.0001M (間隔 0.0001M) 並以上列探討出之拍攝方法進行測試，所得結果如下：(表十)

數位相機採固定光圈 (F5.4) 及快門速度 (1/60) , 濃度區間為 0.001M 0.0001M :			
KMnO <sub>4</sub> 溶液濃度	R	G	B
0.0001M	247.75	249.35	248.85
0.0002M	245.2	245.25	244.25
0.0003M	235.7	235.7	235.7
0.0004M	255	208.3	252.95
0.0005M	249.95	185.7	244.45
0.0006M	252.1	174.15	248.3
0.0007M	253.35	155.85	245.75
0.0008M	250	134.8	238.85
0.0009M	247.3	123.75	231.85
0.001M	250.4	112.95	238.6

圖十四：測定 R 值與 KMnO<sub>4</sub> 濃度關係圖

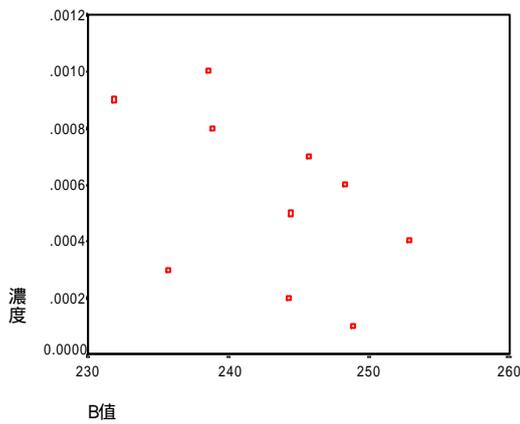


圖十五：測定 G 值與 KMnO<sub>4</sub> 濃度關係圖



圖十六：測定 B 值與 KMnO<sub>4</sub> 濃度關係圖

表十一：KMnO<sub>4</sub> 濃度迴歸分析



模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配		
1 (常數)	1.630E-03	.000		35.229	.000
G 值	-5.916E-06	.000	-.993	-24.143	.000

a. 依變數: 濃度

迴歸線方程式： $[KMnO_4] = -5.916 \times 10^{-6} \times [G \text{ 值}] + 1.630 \times 10^{-3}$  (適用 0.001M~0.0001M)

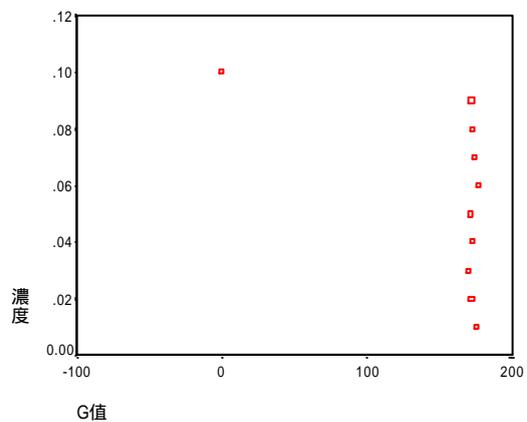
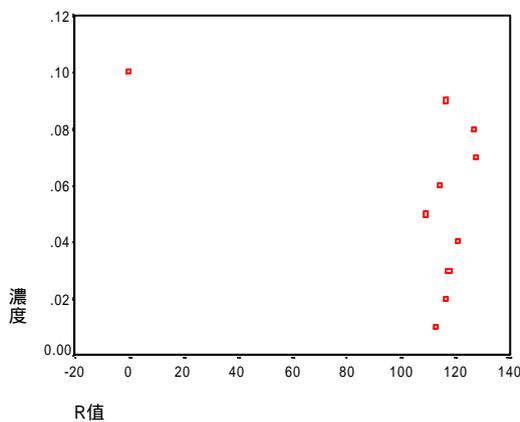
四、不同種類溶液測定結果的探討。

(一) 配製不同濃度鉻酸鉀 K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 溶液進行檢測結果如下：(表十二)

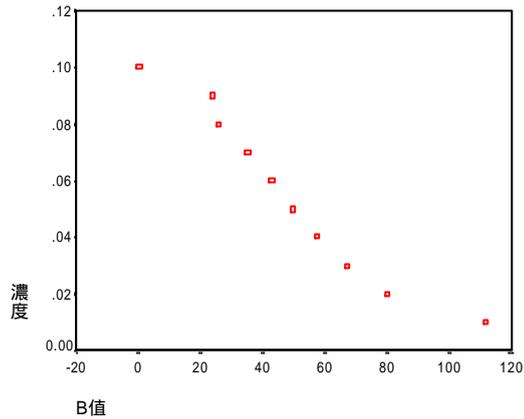
數位相機採固定光圈 (F6.9) 及快門速度 (1/125)，濃度區間為 0.01M 0.1M：			
K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> 溶液濃度	R	G	B
0.01M	113.1	175	111.8
0.02M	116.8	171.75	80.25
0.03M	118.05	169.85	66.95
0.04M	121.25	172.6	57.3
0.05M	109.45	171.35	49.65
0.06M	114.5	176.65	42.9
0.07M	127.6	174.75	35.05
0.08M	126.7	173.15	25.9
0.09M	116.8	172.3	23.9
0.10M	0	0	0

圖十七：測定 R 值與 K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 濃度關係圖

圖十八：測定 G 值與 K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 濃度關係圖



圖十九：測定 G 值與 K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 濃度關係圖



表十三：K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 濃度迴歸分析

模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配		
1 (常數)	.101	.005		20.812	.000
B 值	-9.220E-04	.000	-.969	-11.046	.000

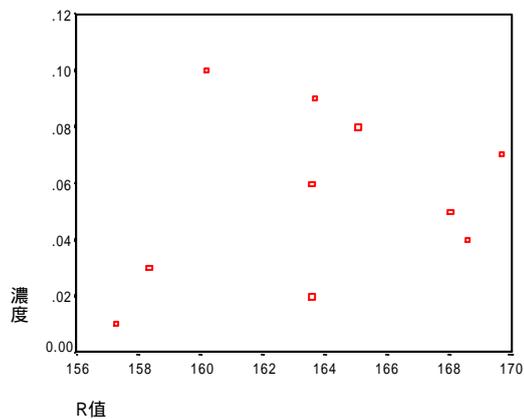
a. 依變數：濃度

迴歸線方程式： $[K_2CrO_4] = -9.220 \times 10^{-4} \times [B \text{ 值}] + 0.101$  (適用 0.01M~0.1M)

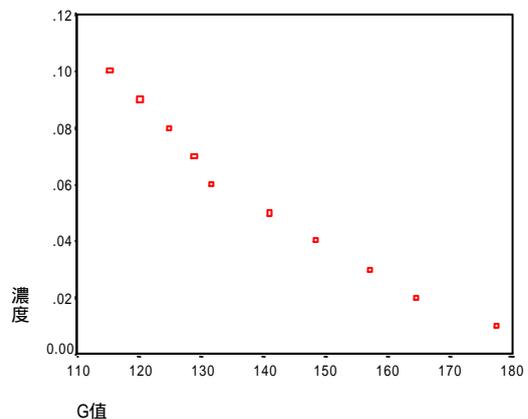
(二) 配製不同濃度重鉻酸鉀 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 溶液進行檢測結果如下：(表十四)

數位相機採固定光圈 (F5.4) 及快門速度 (1/60 秒)，濃度區間為 0.01M 0.1M：			
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> 溶液濃度	R	G	B
0.01M	157.25	177.6	1.55
0.02M	163.6	164.6	0
0.03M	158.35	157.1	0
0.04M	168.6	148.5	0
0.05M	168.05	141	0
0.06M	163.6	131.55	0
0.07M	169.7	128.75	0
0.08M	165.1	124.7	0
0.09M	163.7	120	0
0.1M	160.2	115.15	0

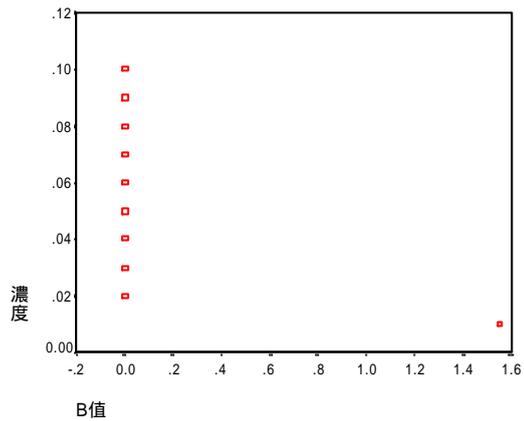
圖二十：測定 R 值與 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 濃度關係圖



圖二十一：測定 G 值與 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 濃度關係圖



圖二十二：測定 B 值與 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 濃度關係圖



表十五： K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 濃度迴歸分析

係數 <sup>a</sup>					
模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配		
1 (常數)	.258	.013		19.254	.000
G 值	-1.444E-03	.000	-.983	-15.302	.000

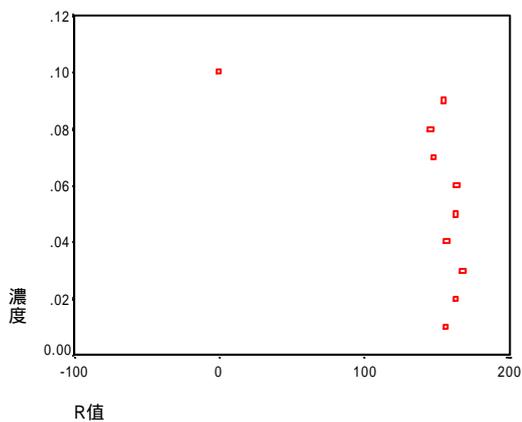
a. 依變數: 濃度

迴歸線方程式： $[K_2Cr_2O_7] = -1.444 \times 10^{-3} \times [G \text{ 值}] + 0.258$  (適用 0.01M~0.1M)

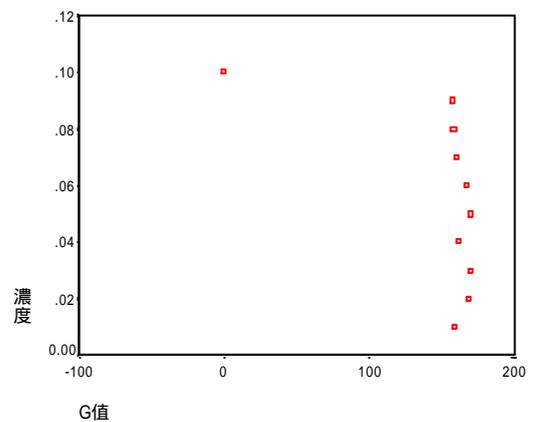
(三) 配製不同濃度硫酸銅 CuSO<sub>4</sub> 溶液進行檢測結果如下:(表十六)

數位相機採固定光圈 (F6.7) 及快門速度 (1/125 秒) , 濃度區間為 0.01M 0.1M :			
CuSO <sub>4</sub> 溶液濃度	R	G	B
0.01M	156.15	159.5	158.7
0.02M	163.2	168.65	168.55
0.03M	168.4	170.5	170.15
0.04M	157.3	161.6	163.1
0.05M	163.05	170.05	170.25
0.06M	164.1	167.5	165.8
0.07M	148.05	159.75	161.6
0.08M	145.8	158.55	161.95
0.09M	155.3	157.7	158.65
0.10M	0	0	0

圖二十三：測定 R 值與 CuSO<sub>4</sub> 濃度關係圖

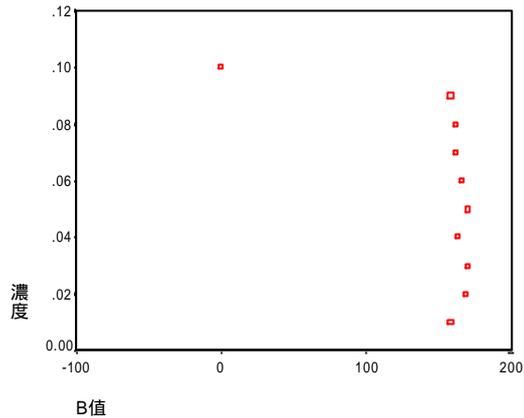


圖二十四：測定 G 值與 CuSO<sub>4</sub> 濃度關係圖



圖二十五：測定 B 值與 CuSO<sub>4</sub> 濃度關係圖

表十七：CuSO<sub>4</sub> 濃度迴歸分析



模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配		
1 (常數)	.101	.026		3.870	.008
R 值	-3.094E-04	.004	-.516	-.086	.934
G 值	-8.544E-03	.012	-14.681	-.707	.506
B 值	8.504E-03	.009	14.644	.923	.392

a. 依變數：濃度

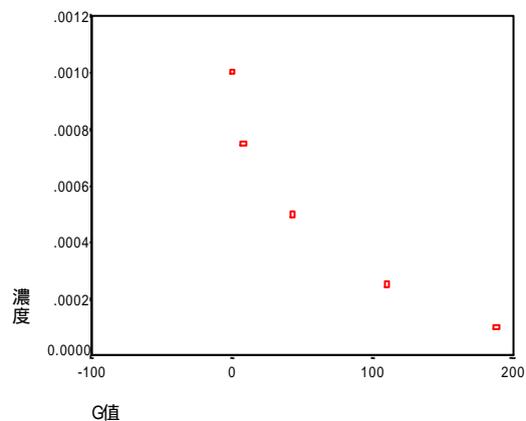
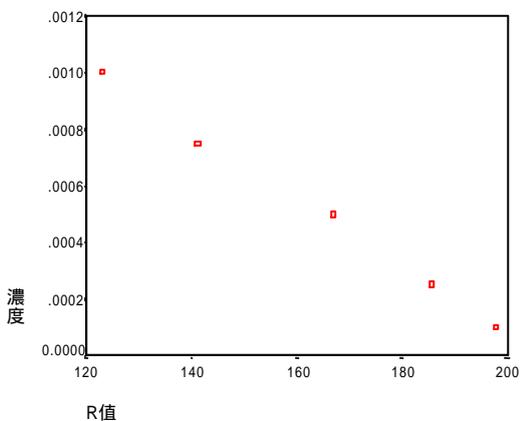
迴歸線方程式：顯著性太低。

五、應用本實驗方法於平衡常數測定實驗。

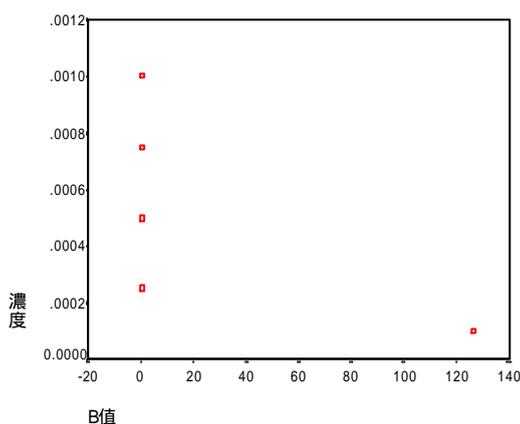
(一) FeSCN<sup>2+</sup> 溶液之標準線 R、G、B 值測定結果：(表十八)

數位相機採固定光圈 (F5.3) 及快門速度 (1/125 秒)，濃度區間為 0.001M 0.0001M：			
FeSCN <sup>2+</sup> 溶液濃度	R	G	B
0.0001M	197.85	188.35	126.8
0.00025M	190.75	110.2	0
0.0005M	166.8	42.3	0
0.00075M	141.2	8.05	0
0.001M	122.85	0	0

圖二十六：測定 R 值與 FeSCN<sup>2+</sup> 濃度關係圖 圖二十七：測定 G 值與 FeSCN<sup>2+</sup> 濃度關係圖



圖二十八：測定 G 值與 FeSCN<sup>2+</sup> 濃度關係圖 表十九： FeSCN<sup>2+</sup> 濃度迴歸分析



模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配		
1 (常數)	2.438E-03	.000		41.325	.000
R 值	-1.177E-05	.000	-.999	-32.977	.000

a. 依變數\：濃度

$$\text{迴歸線方程式：} [\text{FeSCN}^{2+}] = -1.177 \times 10^{-5} \times \text{R 值} + 2.438 \times 10^{-3}$$

(二) 平衡常數測定實驗結果 (與比色法對應實驗):(表二十)

數位相機採固定光圈 (F5.3) 及快門速度 (1/125 秒) , 濃度為：				
FeSCN <sup>2+</sup>	R	G	B	代入迴歸方程式求得之[FeSCN <sup>2+</sup> ]
第二管	135.70	0	0	8.86 × 10 <sup>-4</sup>
第三管	144.95	1.15	0	7.77 × 10 <sup>-4</sup>
第四管	159.60	20.95	0	6.05 × 10 <sup>-4</sup>
第五管	183.10	86.4	0	3.28 × 10 <sup>-4</sup>

(表二十一) 本實驗方法所測定之平衡常數實驗結果計算

第一號管作為標準溶液，溶液中的 [FeSCN <sup>2+</sup> ] = 0.001M								
編號	原溶液濃度 (M)		反應初濃度 (M)		平衡時濃度 (M)			平衡常數 K
	[Fe <sup>3+</sup> ]	[SCN <sup>-</sup> ]	[Fe <sup>3+</sup> ]	[SCN <sup>-</sup> ]	[Fe <sup>3+</sup> ]	[SCN <sup>-</sup> ]	[FeSCN <sup>2+</sup> ]	
第二管	8.0 × 10 <sup>-2</sup>	2.0 × 10 <sup>-3</sup>	4.0 × 10 <sup>-2</sup>	1.0 × 10 <sup>-3</sup>	3.91 × 10 <sup>-2</sup>	1.14 × 10 <sup>-4</sup>	8.86 × 10 <sup>-4</sup>	198.33
第三管	3.2 × 10 <sup>-2</sup>	2.0 × 10 <sup>-3</sup>	1.6 × 10 <sup>-2</sup>	1.0 × 10 <sup>-3</sup>	1.52 × 10 <sup>-2</sup>	2.23 × 10 <sup>-4</sup>	7.77 × 10 <sup>-4</sup>	228.80
第四管	1.3 × 10 <sup>-2</sup>	2.0 × 10 <sup>-3</sup>	6.4 × 10 <sup>-2</sup>	1.0 × 10 <sup>-3</sup>	5.90 × 10 <sup>-3</sup>	3.95 × 10 <sup>-4</sup>	6.05 × 10 <sup>-4</sup>	259.27
第五管	5.1 × 10 <sup>-3</sup>	2.0 × 10 <sup>-3</sup>	2.6 × 10 <sup>-3</sup>	1.0 × 10 <sup>-3</sup>	2.22 × 10 <sup>-3</sup>	6.72 × 10 <sup>-4</sup>	3.28 × 10 <sup>-4</sup>	219.57
依照本實驗方法所測定之平衡常數平均值為：226.49，標準差 25.30，誤差 19.11%								
Fe <sup>3+</sup> +SCN <sup>-</sup> ? FeSCN <sup>2+</sup> K = 280 , 25								

## 柒、討論

一、待測溶液拍攝條件的選擇。

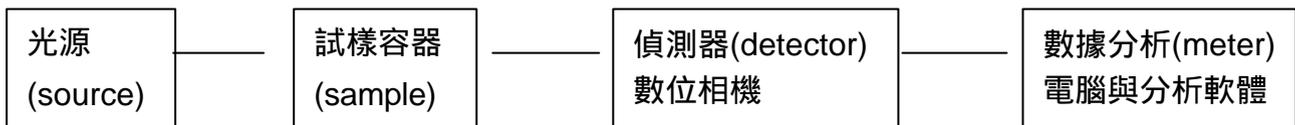
(一) 本實驗的準確性建立於必須拍攝出色彩一致而不受其他非溶液濃度影響

的相片，因此必須測試出良好之拍攝條件，實際瞭解拍攝時影響色彩一致性的各項變因，主要為入射光源需不受干擾、以防止反光現象產生、以及呈裝溶液的容器所產生的反光。為消除上述反光之問題，本實驗利用黑色布及珍珠板製作暗箱，以利拍照時控制住光源，實測結果發現可阻絕外界光源所產生之光線不均勻的現象。下圖為本實驗拍攝裝置及拍攝時所用之溶液。

圖二十八：本實驗拍攝裝置



圖二十九：拍攝時所用之溶液



圖三十：本實驗裝置示意圖

- (二) 另外對於不同光源對拍攝的相片產生之差異進行試驗，共用了 LED 燈、燈泡式手電筒、日光燈式手電筒、60W 燈泡、看片箱原有日光燈源等五種光源，測試溶液為  $0.001\text{MKMnO}_4$ ，拍攝結果每張相片取 25 點做平均值，並且個別計算出 R、G、B 值之標準差（表一），發現標準差最小者為利用看片箱原有日光燈源所拍攝出之結果，各點之 R、G、B 值差異最小，而最不理想者為 LED 燈及燈泡式手電筒，呈現出最大差異，可能原因為 LED 燈光源較集中，造成較亮處與暗處差異較大，而顯出不均勻現象；另外燈泡式手電筒可能因光度太強，使燈箱透明板紋路顯現，造成效果不佳。因此最後選擇以看片箱原有燈源（日光燈管）作為拍攝時之光源，進行後續之實驗。
- (三) 本實驗過程主要測定物質均為溶液，因此呈裝溶液之容器必須經過測試及選擇，共用 50mL 燒杯、培養皿、比色管等三種不同容器，拍攝出之相片差異分析為，50mL 燒杯因杯壁較高，且有刻度數字造成不必要之反射；而比色管部分因底面積較小，玻璃部分有些不平整部分，拍攝時會造成 RGB 值的差異，且呈裝溶液時高度較高，測定濃度較大之溶液，會造成光線穿透不足，亦不理想，最後比較結果以培養皿裝呈時拍攝的溶液效果最佳。（圖一、二、三）

## 二、不同數位相機拍攝方法與不同溶液濃度 RGB 數值的關係探討。

- (一) 本實驗於拍攝過程中，不同的拍攝模式及測光模式會對一系列不同濃度溶液拍攝的結果產生很大的影響，因此必須控制不同濃度拍攝時之變因。首先，本實驗的基礎建立在必須能由拍攝相片之 R、G、B 值建立對濃度的比例關係，各不同濃度於拍攝時的測光量會造成差異，以數位相機兩種拍攝模式，一為固定光圈後，對每一濃度皆以最適當之亮度進行拍攝，拍攝結果每張相片皆可最恰當之曝光，但分析其數據發現，並無法得到 R、G、B 值的比例關係，因每張相片為最佳測光，所以以同一溶液而言，拍攝之色彩深淺會最接近，而無法顯示出肉眼可觀查出之溶液顏色深淺。另一種方式則為對某一濃度測光後，固定光圈及快門，後續之拍攝皆以此數值進行拍攝，結果利用 SPSS 統計軟體發現可求得一濃度與 R、B 值之線性關係，G 值因為呈現零值，與濃度無直接關連，此拍攝方法可成功之原因應為測光時固定光圈及快門，且照射之光源亦為固定，則入射至數位相機之光量為固定，若照射濃度高之溶液會因溶質較多而吸收了較多的光，亦即透過的光較少，而呈現較深的顏色，如此可使各個不同濃度之溶液呈現在相片中 R、G、B 值的差異，因此本實驗在後面的測試皆採固定光圈及快門進行拍照。(表二、四)
- (二) 雖由上列比較發現拍攝時之曝光方法，但需決定當一系列濃度時，首先測光之溶液，實驗結果可得知，若先拍攝濃度較大之溶液，且依此溶液測光得到的光圈及快門，進行拍攝其餘之濃度，則對於濃度低之溶液會使 R 值及 B 值形成 255 之數值，而僅 G 值產生不明顯變化；若以濃度低者先測光得到之光圈及快門，則濃度較高的溶液仍可區分出明暗度，且 R 值與 B 值皆可得到與濃度之線性關係，而 G 值無直接關連。(表三)
- (三) 綜合(一)(二)討論可得知，要利用數位相機拍攝相片之 RGB 值偵測濃度，必須製作一參考檢量線，作為相對參照，而拍攝之方法，需以固定光圈及快門進行一系列拍攝，且拍攝順序要以濃度低者測光作為基準，方可製作出檢量線，欲測定之濃度將拍攝之 RGB 值代入直線方程式，則可求出相對濃度。(表三)

## 三、不同種類溶液濃度適用性區間的探討。

- (一) 測定未知濃度相同溶液之時，此研究方法之限制，最重要為需先取得一檢量線，且此迴歸直線範圍需越小越準確，而濃度太深或太淺皆會受到限制，本實驗進行 0.01M 0.1M 區間試驗時，超過 0.08M 時 R 值與 B 值太小(深、暗、不透光)而無法判斷，若為 0.001M 0.0001M 區間時，濃度低，肉眼已不易判斷深淺顏色，同樣以數位相機拍攝時，因光線幾乎完全穿透，拍攝效果亦不佳，僅 G 值產生變化。(表七、八、九、十)
- (二) 根據此部分實驗可發現對於欲測試之未知濃度已知溶液，必須建立一已

知濃度之檢量線，但濃度太高使光線穿透度不佳及濃度太低光線幾乎完全穿透時，則無法運用此方法進行檢驗。

#### 四、不同種類溶液測定結果的探討。

- (一) 對於前述過錳酸鉀溶液之 0.01M 0.001M 濃度可獲得 RGB 值與濃度之比例關係，因此另外進行不同顏色之有色溶液測試，對於鉻酸鉀（黃）(表十二) 重鉻酸鉀（橙）(表十四) 硫酸銅（藍）(表十六)，比例關係皆不相同，鉻酸鉀為濃度越高 B 值越小，重鉻酸鉀為濃度越高 G 值越小，兩者皆可得到線性關係，而硫酸銅為 R、G、B 皆不明顯。
- (二) 比較此數種溶液之差異，可發現過錳酸鉀因呈紫紅色，且顏色較深，當利用光線照射時仍可清楚分辨出顏色深淺，另外，鉻酸鉀與重鉻酸鉀也可分析出現性關係，但如果溶液透明度較高（硫酸銅），則光線穿透時，幾乎不易分辨 RGB 的差異，可能原因為光線入射至藍色溶液時，幾近無色，所以以數位相機亦難比較出其差異。
- (三) 本實驗發現，數位相機可取代肉眼作客觀之濃度測定，但無法完全如紫外線 - 可見光光譜儀以光電二極管對溶液之光吸收度作測定，數位相機 CCD 僅可對有色溶液偵測且透明度過高的溶液亦有限制。

#### 五、應用本實驗方法於平衡常數測定實驗。

- (一) 此部分溶液配製方法，皆與比色法平衡常數實驗完全相同，所測定計算出之平衡常數平均值為 226.49、各組標準差 25.30、與文獻值誤差 19.11%（表二十一），應可作為比色法外之另一種測量方法。
- (二) 綜合探討比色法及本實驗方法誤差原因，部分為兩者共有，而最大之差別為比色法之偵測濃度為肉眼，本實驗則為數位相機之 RGB 系統，雖導致不同類型之誤差，但相較於人為因素所產生之誤差，應較具有客觀性，可提供除比色法或高階之分光光度計外之一種簡便方式來測定濃度及平衡常數。（表二十二）

誤差比較	KSCN 鹽部分 並無考慮水 解	配製標準溶 液時認定 FeSCN <sup>2+</sup> 完全 反應	使用吸量管 與體積量測 容器誤差	目測判斷顏 色深淺、人為 因素等誤差	製作標準溶 液時及拍攝 數位相片所 產生之誤差
比色法	存在	存在	存在	存在	無
本實驗方法	存在	存在	存在	無	存在

- (三) 要提升此方法之準確性，可設計電腦程式讀取相片中之 RGB 值並直接輸入統計軟體作計算來求得檢量線，另外濃度區間間隔可再縮小並且增加參考濃度數量，應可提升此方法之準確性。

## 捌、 結論

- 一、應用現今熱門之數位相機於過錳酸鉀溶液濃度的檢測，探討影響之變因及控制方法，發現光源利用比色法看片箱之光源為最佳，容器以培養皿為最佳，並且需利用暗箱阻絕外界光源進行拍攝。
- 二、數位相機拍攝時，經測試發現需將光圈及快門以手動方式對濃度最小之溶液進行測光，並且將光圈及快門固定，進行一系列不同濃度之拍攝，經影像軟體及統計軟體進行迴歸分析，求出 RGB 值與濃度之線性關係檢量線。
- 三、依上列方法對濃度較高與濃度較低之不同區間溶液進行測試，發現仍可得到 RGB 值與濃度之線性關係，但於測試濃度最大（透光度差）與濃度最小（光線幾乎完全穿透）者，便無法利用此方法求出線性關係。
- 四、運用此方法進行對其他不同種類溶液測試，發現  $K_2CrO_4$  與  $K_2Cr_2O_7$  可得 RGB 值與濃度之線性關係，但  $CuSO_4$  溶液則無法判別。
- 五、利用數位相機拍攝之方式應用於平衡常數測定實驗取代比色法對  $FeSCN^{2+}$  濃度進行檢測，發現求得之平衡常數與文獻值比較差異在可接受範圍內，可利用此方法作為參考。

## 玖、 參考資料及其他

- 一、Douglas A. Skoog, Donald M. West, James Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Saunders college publishing, Fifth Edition.
- 二、Douglas A. Skoog, James J. Leary, Principles of Instrumental Analysis, Saunders college publishing, Fourth Edition.
- 三、楊寶旺等, 基礎化學, 92 年版, 台北, 龍騰書局, 92.
- 四、黃長司, 黃芳裕, 鍾重榮, 物質科學化學篇, 92 年版, 康熙圖書, 92.
- 五、黃長司, 黃芳裕, 鍾重榮, 選修化學實驗, 92 年版, 康熙圖書, 92.
- 六、楊寶旺等, 選修化學, 92 年版, 台北, 龍騰書局, 92.
- 七、繆紹綱, 數位影像處理 - 活用 Matlab, 全華科技圖書股份有限公司, 90.
- 八、施威銘, 數位相機聖經術, 旗標出版股份有限公司, 91.
- 九、鍾國亮, 影像處理與電腦視覺, 東華書局股份有限公司, 90.

## 評語

040210 高中組化學科

R、G、B—數位相機與溶液濃度的探討及應用平衡常數測定

使用數位相機尚有改進空間。