

化學科

科別：化學科

組別：高中組

作品名稱：大家一起來比色—比色法實驗器材的創新及改良

關鍵詞：比色法、平衡常數、光敏電阻

編號：040202

學校名稱：

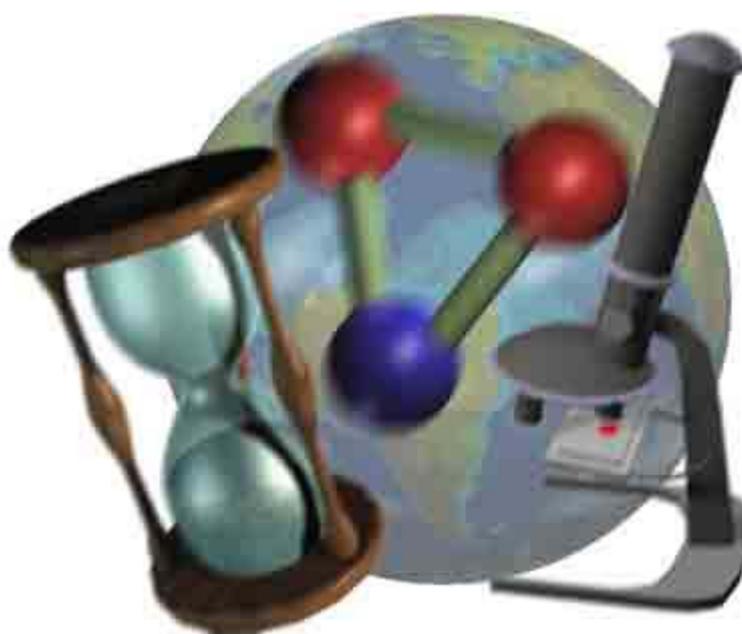
國立宜蘭高級中學

作者姓名：

李銘哲、陳意曉、陳佑銘、李景煊

指導老師：

游春祥



摘要

- 目測比色法所求得的數據誤差率大，因此利用自製的器材（光敏電阻），測定 $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}$ 的平衡常數。
- 確定以自製器材改良比色實驗的可行性
- 用不同濃度的溶液搭配本實驗
- 溫度對本實驗有顯著的影響
- 改變比色法的光源，研究其結果
- 本實驗有重現性，器材具有量產的價值

壹、動機

由於過去的比色法實驗，在高中課程中甚為冗長耗時，且誤差太大，目視的方法亦不精確，常使同學聞之「色變」，稱為「死亡之組」。

舊的部編課本中提到，勒沙特列原理為：「若施一種能影響平衡的因素（如濃度、壓力、溫度）於一平衡系，則平衡系會向減少此因素的方向移動。」原實驗所研究的反應，其可逆性可由顏色的改變或沉澱的生成觀察。溶液的濃度可由比色法決定。

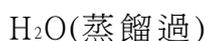
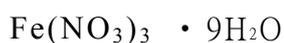
因此我們希望改良實驗，以一些簡單的器材，迅速方便的完成操作。

貳、目的

- 一、自製實驗儀器和電路，以達學以致用的目的。
- 二、熟悉化學計量的應用與操作。
- 三、利用光敏電阻大小隨距光源遠近而呈線性關係的前提，配合既有的實驗架構，測定濃度對電阻大小的影響，進而證明 $C_1V_1=C_2V_2$ 的關係式。
- 四、了解光敏電阻在不同顏色光源、溶液下之電阻，找出其規律性。
- 五、使用自製儀器應用於濃度的測量，如環境污染、比色法。

參、研究設備及器材

一、藥品



剛果紅

二、器材

燒杯
錐形瓶
滴管
容量瓶
洗瓶
吸量管
平底試管
量筒
秤量紙
漏斗
刮勺
光敏電阻
各色玻璃紙

三、設備

CD片+銅絲+鋁箔紙+三腳架（自製「DINO」比色光源固定器）
省電燈泡 20W
三用電表
分光光度計+石英管
烘箱
高級三樑天秤

肆、實驗過程與方法

實驗一 電阻大小與距離的關係、電阻大小與液柱高度的關係

四、方法

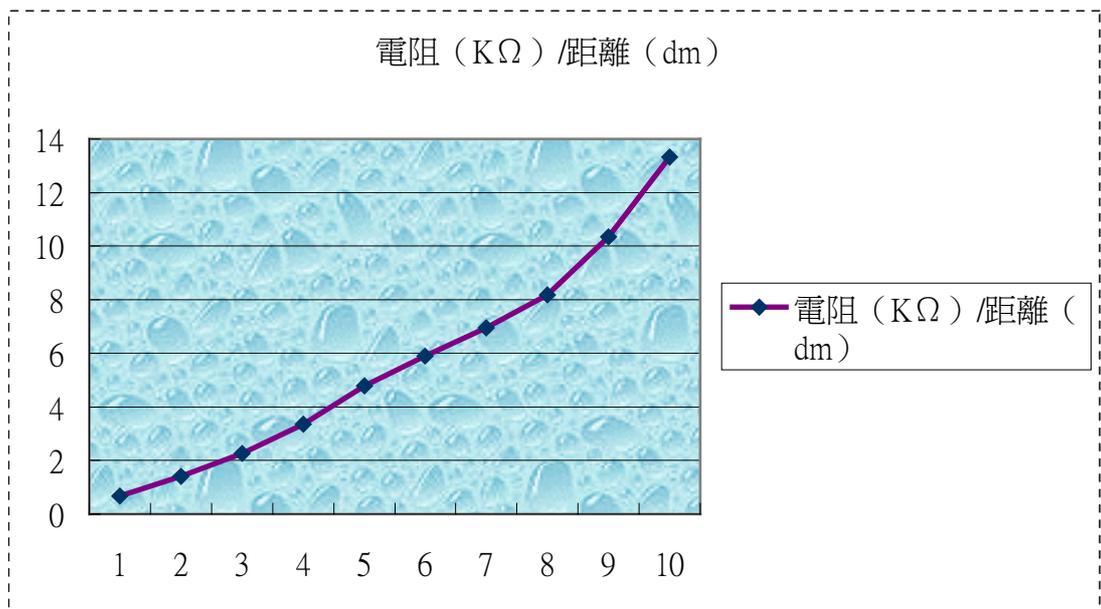
- I. 於暗房內，將光敏電阻連接三用電表並置於桌上（附圖一），設置一光源（20W 省電燈泡）以一百公分之鋼尺為依據，分別測量光敏電阻在 10x N 公分處的電阻大小並紀錄之。注意水平和垂直的高度，由於電阻的靈敏度很高，要小心掌握實驗的準確性。
- II. 配製標準濃度的 $\text{KSCN}(0.001\text{M})$ 和 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3(0.1\text{M})$ 混合溶液。從量瓶中以吸量管分別取 1~10mL，放入平底試管中。架設器材，把試管以鋁箔紙包好放入「自製『DINO』比色光源固定器」（附圖二）中，架上光敏電阻板，開燈光電源並把三用電表轉至千歐姆($\text{K}\Omega$)模式。稍待液晶讀數穩定，讀讀數並紀錄之。

五、結果

依照實驗 I、II 結果製表及製圖如下

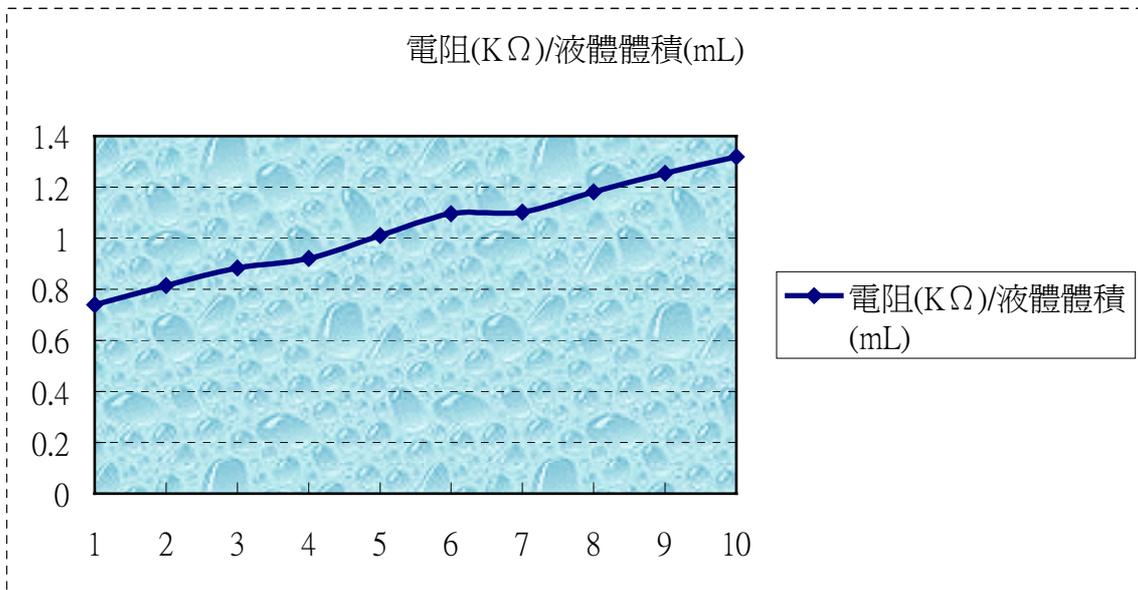
I.

dm \ KΩ							AVE
1	0.667	0.666	0.67	0.668	0.669	0.668	0.668
2	1.407	1.401	1.404	1.407	1.407	1.407	1.405
3	2.272	2.274	2.278	2.279	2.263	2.271	2.273
4	3.368	3.365	3.374	3.364	3.36	3.355	3.364
5	4.81	4.8	4.79	4.79	4.79	4.78	4.793
6	5.9	5.9	5.89	5.9	5.91	5.92	5.903
7	6.9	6.92	6.93	6.96	6.97	6.98	6.943
8	8.17	8.18	8.17	8.16	8.17	8.18	8.172
9	10.38	10.37	10.36	10.33	10.33	10.3	10.345
10	13.37	13.33	13.33	13.32	13.31	13.29	13.325



II.

mL/K Ω	[KSCN] 0.001M+ [Fe(NO ₃) ₃] 0.1M						AVE
1	0.739	0.739	0.739	0.74	0.742	0.74	0.739833
2	0.815	0.816	0.816	0.815	0.814	0.816	0.815333
3	0.883	0.884	0.884	0.883	0.884	0.883	0.8835
4	0.922	0.922	0.921	0.922	0.922	0.921	0.921667
5	1.009	1.009	1.01	1.012	1.013	1.01	1.0105
6	1.093	1.099	1.095	1.094	1.092	1.095	1.094667
7	1.101	1.102	1.101	1.107	1.103	1.102	1.102667
8	1.18	1.181	1.181	1.181	1.181	1.179	1.1805
9	1.252	1.252	1.257	1.254	1.257	1.253	1.254167
10	1.317	1.317	1.321	1.319	1.32	1.316	1.318333



實驗二 濃度改變對電阻的影響

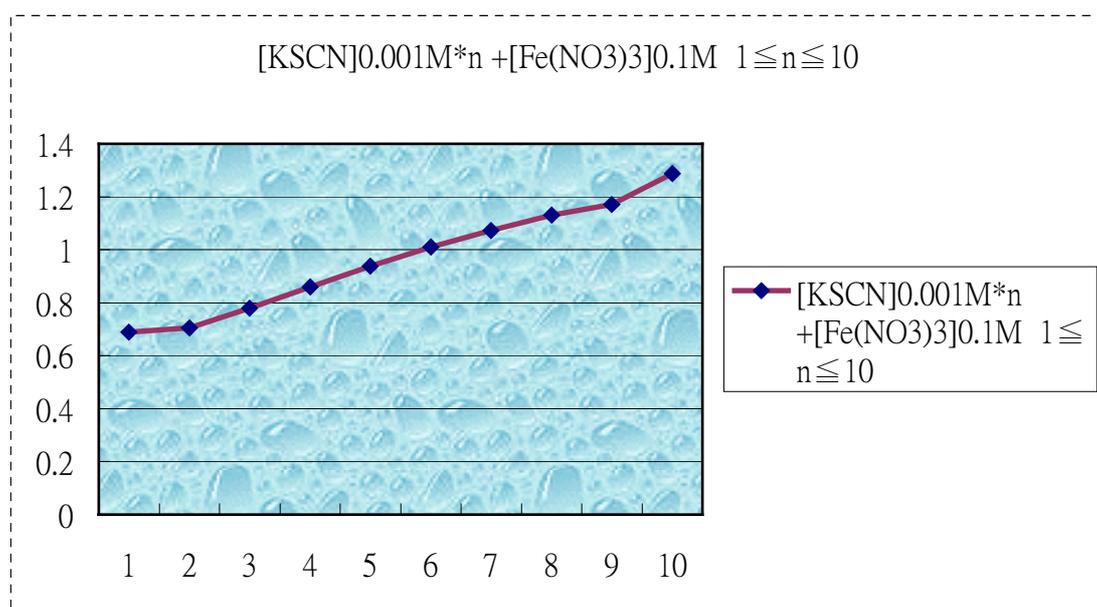
I. 固定 [Fe³⁺]=0.1M 改變 [SCN⁻]

(一) 方法

固定 [Fe(NO₃)₃]=0.1M 5mL 利用吸量管加入附有 CD 片的平底試管，分次加入不同濃度 KSCN (如下圖) 各 5mL 溶液於試管中，放入「自製『DINO』比色光源固定器」，連接三用電表和光敏電阻成一通路，將電阻平穩固定在試管上，測其電阻大小並記錄下來，繪成表格。

(二) 結果：如下表

	[KSCN]0.001M*n + [Fe(NO ₃) ₃]0.1M 1 ≤ n ≤ 10					AVE	
1	0.686	0.688	0.689	0.688	0.691	0.692	0.68886
2	0.709	0.702	0.705	0.705	0.703	0.704	0.70457
3	0.78	0.781	0.78	0.779	0.779	0.78	0.78
4	0.858	0.857	0.86	0.859	0.86	0.859	0.85871
5	0.938	0.937	0.938	0.936	0.939	0.94	0.93786
6	1.011	1.01	1.012	1.011	1.011	1.012	1.01114
7	1.071	1.07	1.073	1.072	1.071	1.074	1.072
8	1.133	1.132	1.131	1.132	1.132	1.13	1.13157
9	1.17	1.168	1.169	1.172	1.173	1.172	1.17057



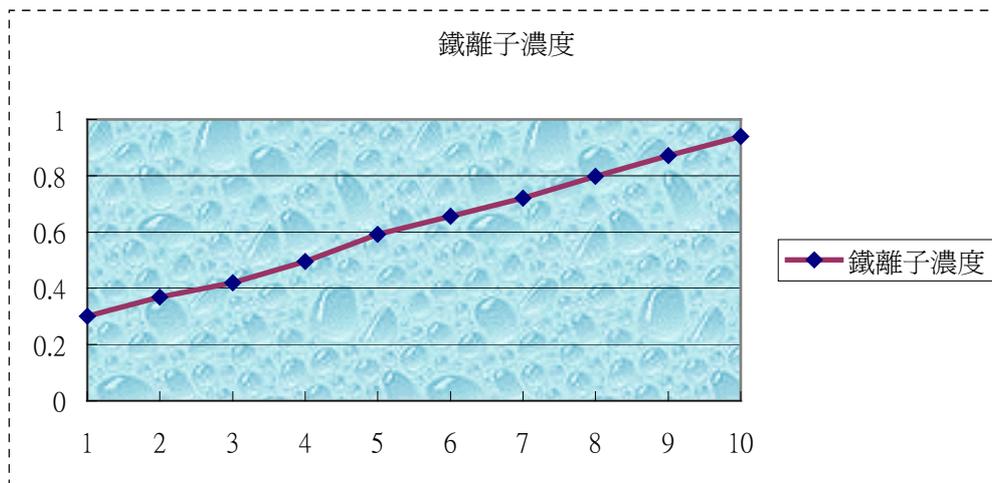
II. 固定[SCN⁻]=0.1M 改變[Fe³⁺]

(一) 方法

固定 [KSCN]=0.1M 5mL 利用吸量管加入附有 CD 片的平底試管，分次加入不同濃度 Fe(NO₃)₃ 各 5mL 溶液於試管中，放入「自製『DINO』比色光源固定器」，連接三用電表和光敏電阻成一通路，將電阻平穩固定在試管上，測其電阻大小並記錄下來，繪成表格。

(二) 結果：如下圖表

	[KSCN] 0.01M + [Fe(NO ₃) ₃]0.001M*n 1 ≤ n ≤ 10					AVE
1	0.3	0.301	0.302	0.3	0.3	0.3005
2	0.369	0.368	0.367	0.37	0.369	0.368833
3	0.419	0.419	0.42	0.42	0.419	0.419167
4	0.494	0.495	0.494	0.495	0.494	0.494333
5	0.59	0.591	0.59	0.592	0.591	0.591
6	0.655	0.655	0.657	0.656	0.657	0.656
7	0.72	0.72	0.721	0.719	0.72	0.720333
8	0.798	0.799	0.798	0.797	0.8	0.7985
9	0.87	0.871	0.87	0.871	0.872	0.870667
10	0.939	0.938	0.938	0.939	0.94	0.938667



實驗三 目測比色法

(一) 方法：

1. 取口徑大小相同的乾淨小試管 5 隻，標記 1 號至 5 號，分別加入 0.002M KSCN 溶液 5mL，在 1 號試管中，加入 0.2M Fe(NO₃)₃ 5 mL，以此混合溶液當作標準溶液。
2. 將 0.2M Fe(NO₃)₃ 10mL 倒入另一較大的量筒，再加蒸餾水，使溶液體積成爲 25mL，
3. 用量筒取出步驟(2)所配置的溶液 10 mL，再加蒸餾水，使溶液體積成爲 25 mL，將此溶液倒入小燒杯中充分混合後，用吸管吸出 5 mL 置於 3 號試管中。依同法稀釋，配製不同濃度的稀溶液，置於 4 號及 5 號試管中。
4. 1 號試管與 2 號試管各繞上黑色的紙，在光源上面垂直地拿著試管，由管口上方向下俯視。若兩支試管溶液的顏色深淺不等，如 1 號的深於 2 號時，則用滴管吸出 1 號試管中的溶液（吸出的溶液應置於乾淨的燒杯中，留作滴回用），直至兩支試管內的溶液顏色深淺相等，量其高度至公釐。比色的裝置及操作如下圖。
5. 依照步驟(4)，將 1 號與 3 號、1 號與 4 號、1 號與 5 號分別比色。

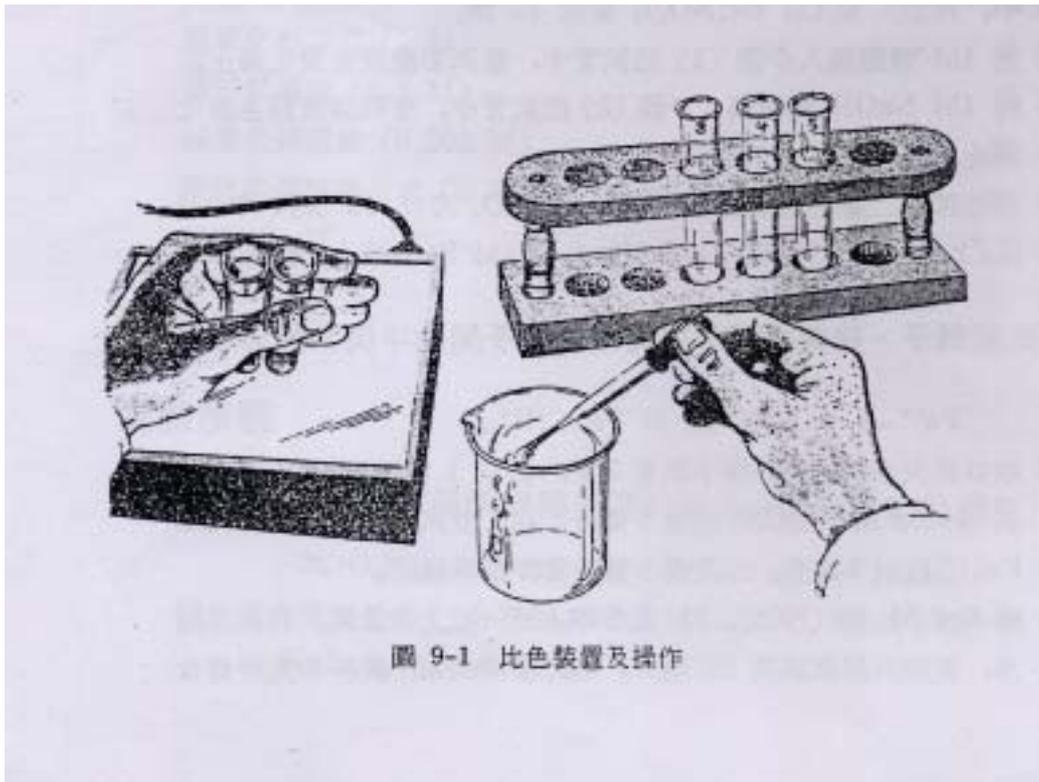


圖 9-1 比色裝置及操作

(摘錄自高中化學第二冊實驗手冊 實驗九 p.3~4，國立編譯館)

(二) 結果：

我們取了一組目測的實驗數據作為比較，列表如下：

項目	1號	2號	3號	4號	5號
溫度	21 °C	21 °C	21 °C	21 °C	21 °C
[Fe ³⁺]最初濃度(M)	0.1	0.04	0.014	0.064	0.0256
[SCN ⁻]最初濃度(M)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
高度比值	1	1.9	4.2	8.7	10.2
[FeSCN ²⁺]平衡濃度	0.0004	0.00021	0.0001	0.000044	0.000019
[Fe ³⁺]平衡濃度(M)	0.0996	0.03979	0.01599	0.006356	0.002541
[SCN ⁻]平衡濃度	0.0006	0.00079	0.0009	0.000956	0.000979
K _C	6.7	6.7	6.9	7.2	7.6

實驗四 利用自製儀器(DINO)測定

— Fe³⁺ + SCN⁻ ⇌ FeSCN²⁺ 的平衡常數

(一)前言

由實驗三所求得的數據誤差率大，因此利用自製的器材和實驗一和實驗二的結果，測定 Fe³⁺ + SCN⁻ ⇌ FeSCN²⁺ 的平衡常數。

(二)方法

- 1.將 ①~⑤號試管分別注入 5 ml KSCN 溶液，再依 ①~⑤號的順序注入 Fe(NO₃)₃ 溶液 0.1M、0.04M、0.016M、0.0064M、0.00256M 各 5 ml。
- 2.以電阻和 DINO 測出 ②~⑤的電阻值，再調整 ①號試管の液柱高度，並紀錄電阻大小與 ②~⑤的電阻值相等時的高度。

(三)結果

	1	2	3	4	5
[Fe(NO ₃) ₃]	0.1M	0.04M	0.016M	0.0064M	0.00256M

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
平均電阻	1.006KΩ	0.966KΩ	0.801KΩ	0.698KΩ	0.448KΩ
原液柱高	\	7.1cm	7.2cm	7.2cm	7.3cm
調整後[1]液柱高	\	6.9cm	5.2cm	3.5cm	1.8cm
計算後求得的[FeSCN ²⁺]	9.51×10 ⁻⁴ M	8.60×10 ⁻⁴ M	6.71×10 ⁻⁴ M	4.53×10 ⁻⁴ M	2.28×10 ⁻⁴ M
K _c	\	157.9	133	139.45	126.95

平均 K_c=139.33

實驗五 溫度對 KSCN 實驗的影響

(一) 方法

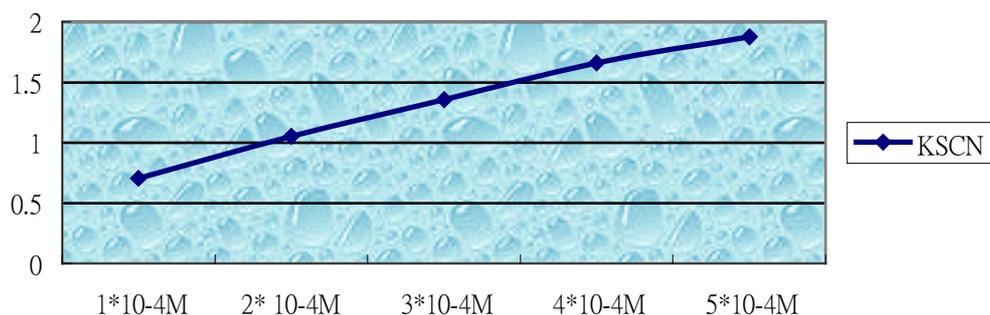
取[Fe²⁺]=0.1M，使用熱水將裝著溶液的試管加熱，直到 70℃，與室溫組比較，作為對照組，參照實驗四。

(二) 結果：如下圖表

[Fe²⁺]=0.1M

Fe(SCN) ₂							AVE
1×10 ⁻⁴ M	0.708	0.708	0.707	0.706	0.706	0.706	0.706833
2×10 ⁻⁴ M	1.052	1.052	1.054	1.054	1.053	1.051	1.052667
3×10 ⁻⁴ M	1.358	1.359	1.357	1.354	1.357	1.356	1.356833
4×10 ⁻⁴ M	1.663	1.663	1.664	1.656	1.662	1.661	1.6615
5×10 ⁻⁴ M	1.878	1.877	1.877	1.877	1.878	1.879	1.877667

KSCN



實驗六 不同顏色光線對各色溶液的影響

(一) 方法：

1.空白實驗

取蒸餾水 10 cc 於附有 CD 片的平底試管中，分別以各色玻璃紙置於白色光源上，使其成各色光源，以三用電表連接光敏電阻，測其電阻值。

2.各色光線對不同顏色溶液的電阻實驗

配置橙色二鉻酸鉀、紅色剛果紅、藍色硫酸銅、紫色過錳酸鉀、綠色硫酸鎳、黃色鉻酸鉀（可透光）溶液。分別以各色玻璃紙置於白色光源上，使其成各色光源，以三用電表連接光敏電阻，測其電阻值（每組取六個數據，加以平均，結果中的數據為平均值）。

（二） 結果 如下圖表

1.空白實驗：

水	藍光	紅光	綠光	黃光	白光	紫光
電阻	1.364	0.839	0.722	0.357	0.344	0.837

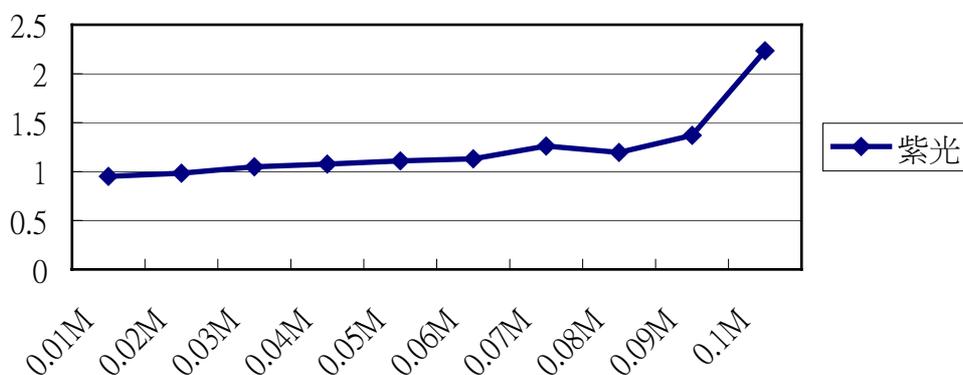
2.各色光線對不同顏色溶液的電阻實驗

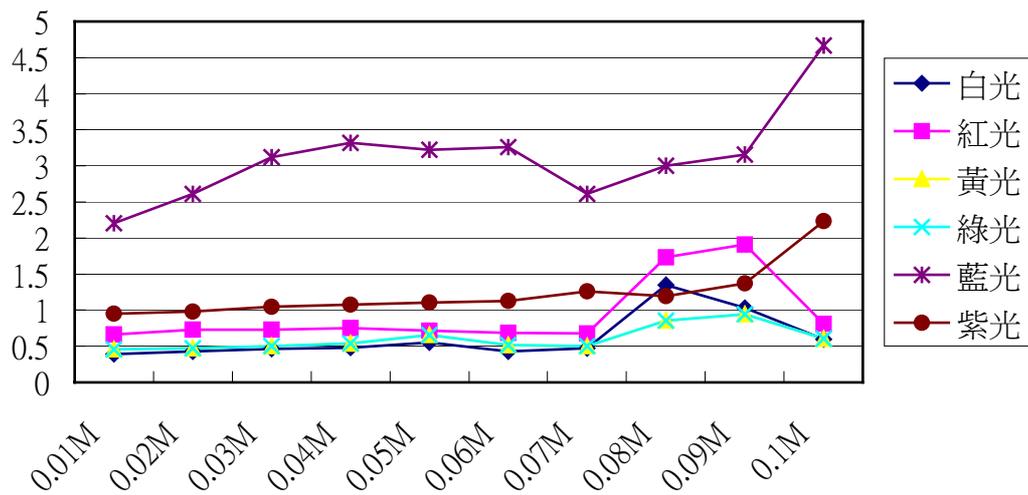
(1)橙色

二鉻酸鉀	0.01M	0.02M	0.03M	0.04M	0.05M	0.06M	0.07M	0.08M	0.09M	0.1M
白光	0.388	0.426	0.465	0.48	0.556	0.426	0.473	1.353	1.035	0.601
紅光	0.661	0.728	0.727	0.75	0.713	0.686	0.679	1.734	1.909	0.811
黃光	0.459	0.472	0.499	0.54	0.66	0.516	0.5	0.856	0.944	0.603
綠光	1.113	1.352	1.594	1.9	1.77	1.683	1.513	1.858	1.928	2.363
藍光	2.207	2.614	3.121	3.32	3.226	3.262	2.611	3.005	3.158	4.668
紫光	0.949	0.984	1.048	1.07	1.107	1.129	1.259	1.195	1.37	2.236

*我們將各種不同溶液實驗中效果最好的色光圖表，亦各別擷取置於總圖上，以清楚顯現。

紫光

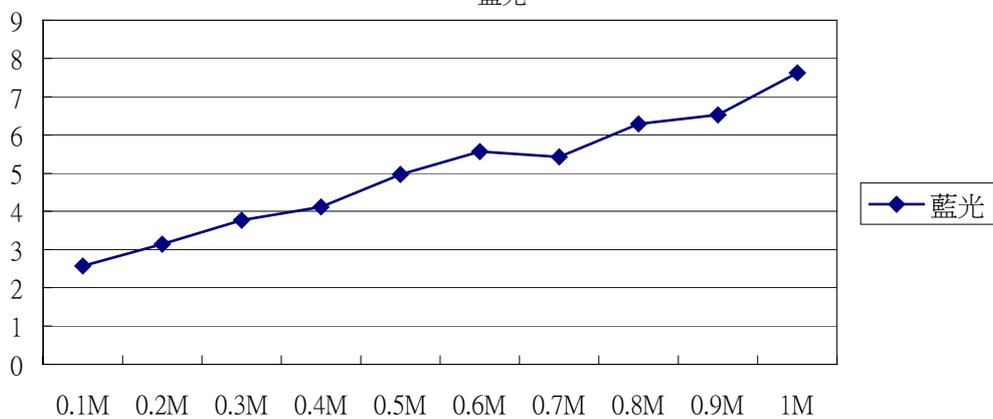


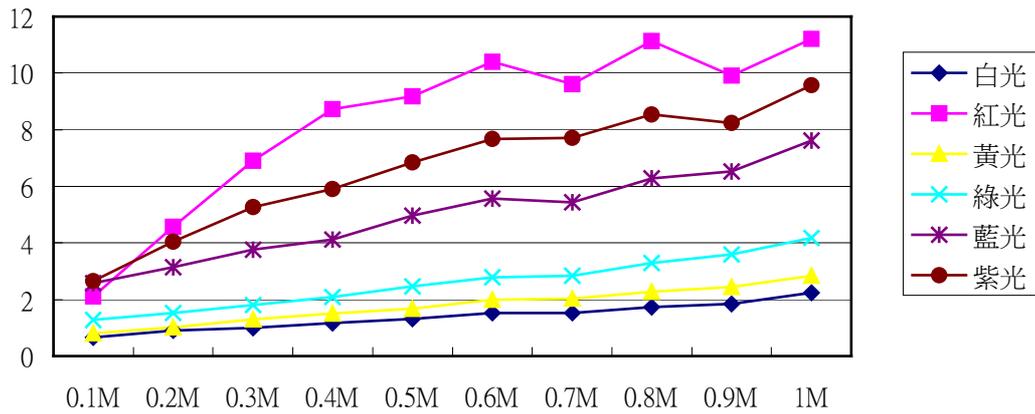


(2)綠色

硫酸鎳	0.1M	0.2M	0.3M	0.4M	0.5M	0.6M	0.7M	0.8M	0.9M	1M
白光	0.659	0.896	0.99	1.174	1.314	1.527	1.518	1.733	1.846	2.233
紅光	2.104	4.57	6.91	8.73	9.17	10.4	9.62	11.13	9.91	11.21
黃光	0.802	1.017	1.3	1.508	1.666	1.995	2.033	2.275	2.441	2.848
綠光	1.271	1.522	1.812	2.081	2.456	2.791	2.843	3.299	3.594	4.18
藍光	2.579	3.144	3.77	4.12	4.97	5.57	5.43	6.29	6.53	7.62
紫光	2.644	4.05	5.26	5.91	6.84	7.68	7.72	8.53	8.24	9.58

藍光

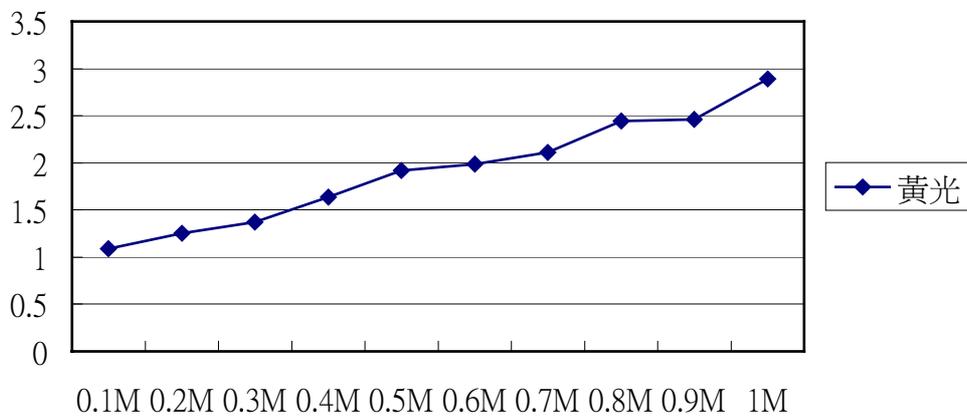


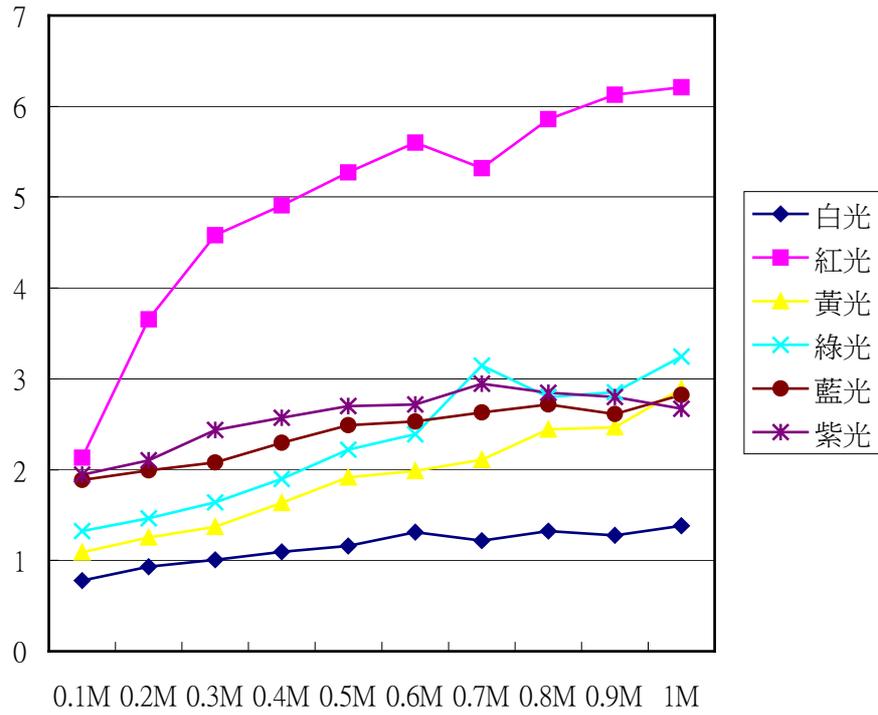


(3)藍色

硫酸銅	0.1M	0.2M	0.3M	0.4M	0.5M	0.6M	0.7M	0.8M	0.9M	1M
白光	0.777	0.934	1.009	1.096	1.16	1.313	1.216	1.326	1.278	1.38
紅光	2.134	3.657	4.581	4.91	5.27	5.6	5.32	5.86	6.13	6.21
黃光	1.092	1.254	1.372	1.636	1.917	1.988	2.11	2.445	2.464	2.889
綠光	1.325	1.463	1.641	1.899	2.223	2.388	3.146	2.799	2.855	3.244
藍光	1.885	1.991	2.08	2.294	2.488	2.531	2.628	2.718	2.61	2.822
紫光	1.945	2.105	2.434	2.574	2.701	2.72	2.949	2.846	2.799	2.672

黃光

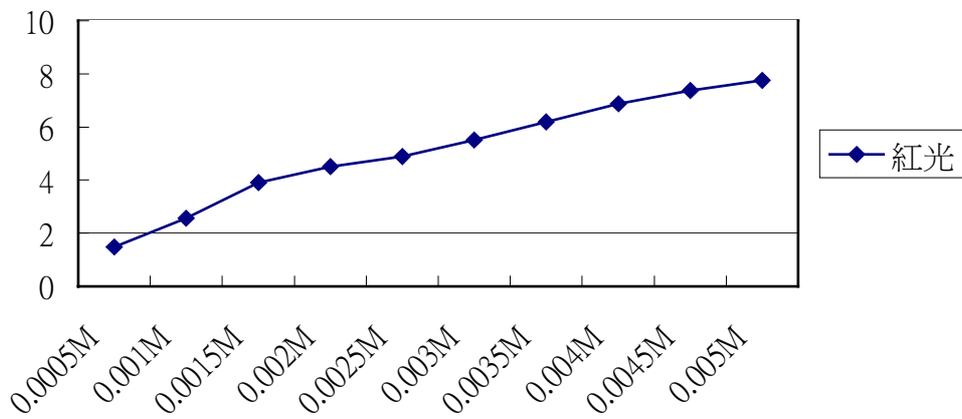


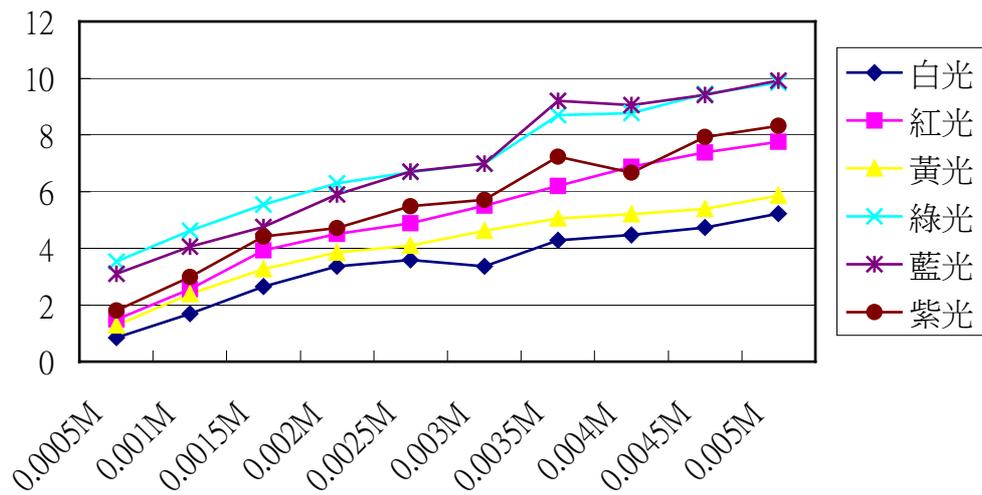


(4) 紫色

過錳酸鉀	0.0005M	0.001M	0.0015M	0.002M	0.0025M	0.003M	0.0035M	0.004M	0.0045M	0.005M
白光	0.852	1.698	2.649	3.358	3.596	3.358	4.284	4.465	4.737	5.23
紅光	1.48	2.563	3.917	4.501	4.886	5.508	6.188	6.881	7.377	7.758
黃光	1.27	2.383	3.263	3.85	4.1	4.625	5.045	5.197	5.395	5.864
綠光	3.53	4.624	5.54	6.295	6.685	6.985	8.701	8.762	9.45	9.84
藍光	3.091	4.061	4.743	5.898	6.703	6.994	9.194	9.059	9.401	9.913
紫光	1.795	2.988	4.417	4.71	5.484	5.71	7.235	6.659	7.929	8.319

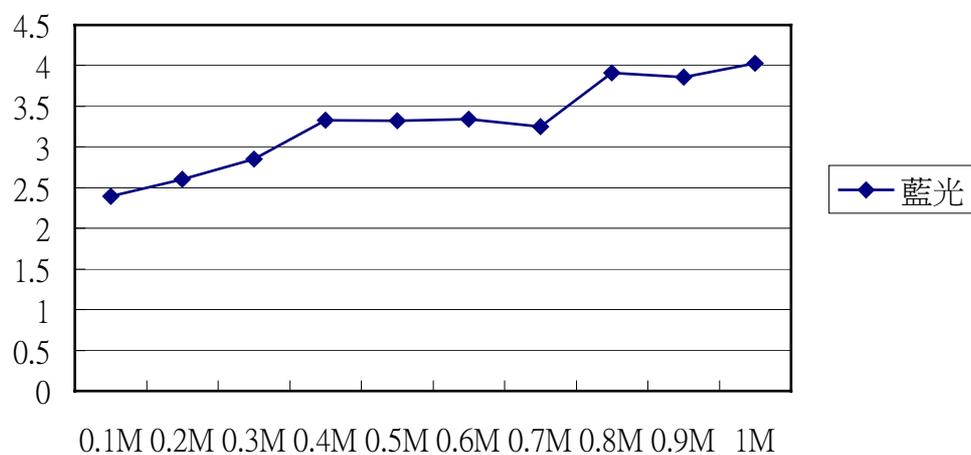
紅光

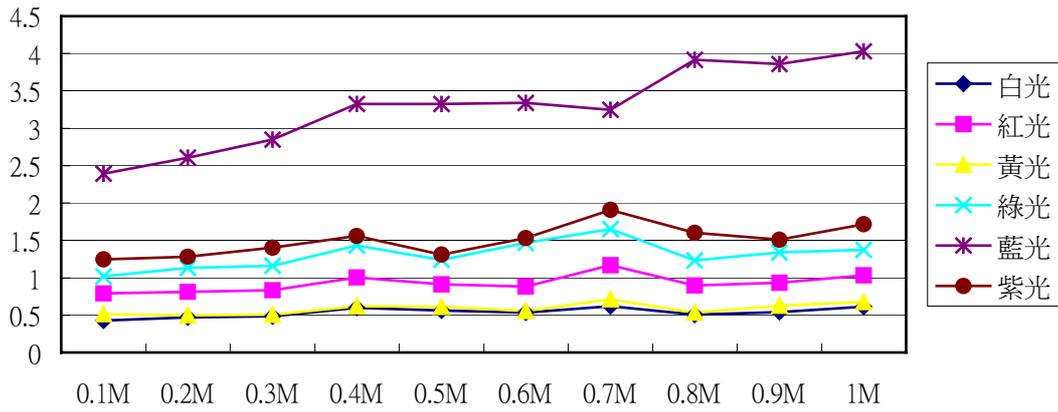




(5)黃色

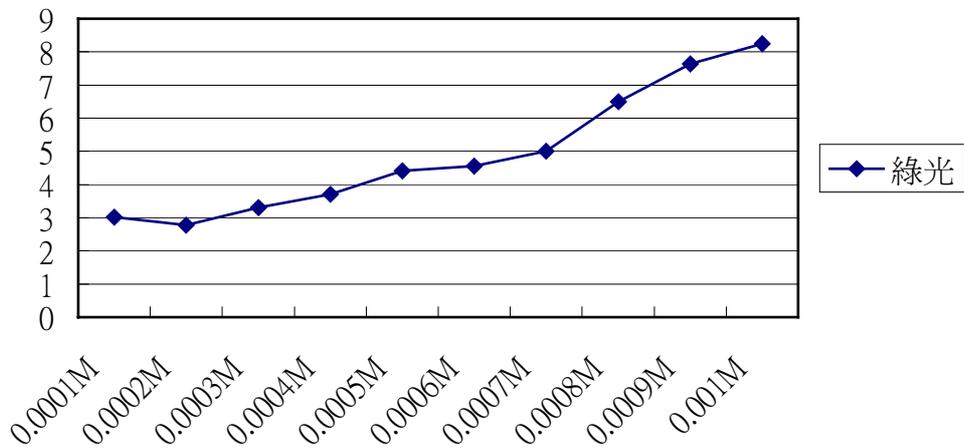
鉻酸鉀	0.1M	0.2M	0.3M	0.4M	0.5M	0.6M	0.7M	0.8M	0.9M	1M
白光	0.43	0.473	0.486	0.597	0.563	0.533	0.616	0.506	0.542	0.609
紅光	0.792	0.814	0.834	1.002	0.908	0.886	1.165	0.898	0.93	1.032
黃光	0.512	0.499	0.502	0.618	0.61	0.558	0.715	0.534	0.625	0.675
綠光	1.015	1.134	1.164	1.428	1.242	1.464	1.651	1.229	1.34	1.372
藍光	2.393	2.606	2.851	3.328	3.325	3.341	3.249	3.914	3.859	4.03
紫光	1.248	1.284	1.403	1.561	1.309	1.531	1.906	1.604	1.513	1.714

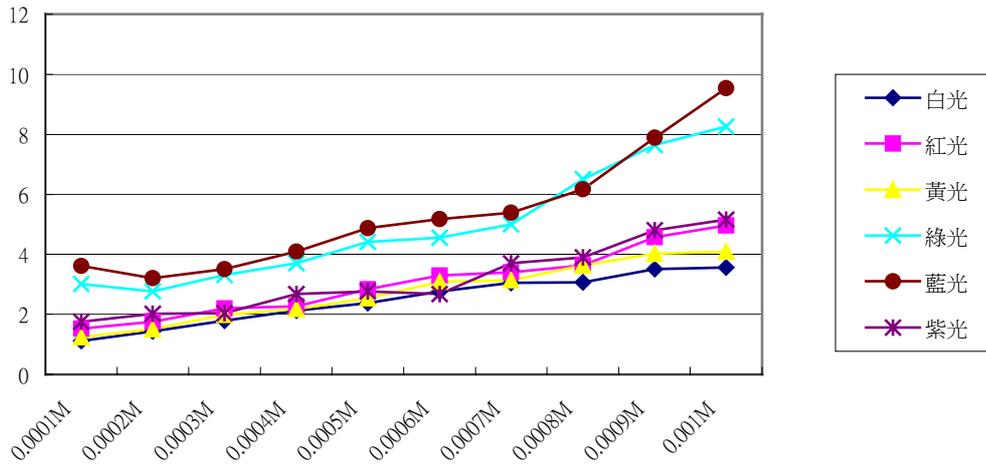




(6)紅色

剛果紅	0.0001M	0.0002M	0.0003M	0.0004M	0.0005M	0.0006M	0.0007M	0.0008M	0.0009M	0.001M
白光	1.118	1.437	1.793	2.13	2.373	2.761	3.042	3.073	3.513	3.554
紅光	1.52	1.754	2.194	2.261	2.834	3.3	3.402	3.628	4.565	4.967
黃光	1.24	1.508	1.979	2.184	2.53	3.09	3.143	3.635	4.03	4.1
綠光	3.013	2.774	3.31	3.702	4.418	4.563	5.004	6.502	7.632	8.253
藍光	3.609	3.205	3.508	4.087	4.882	5.18	5.387	6.167	7.882	9.528
紫光	1.753	2.022	2.036	2.674	2.763	2.68	3.709	3.902	4.811	5.15





實驗七 試管長短對實驗的影響

(一) 方法：

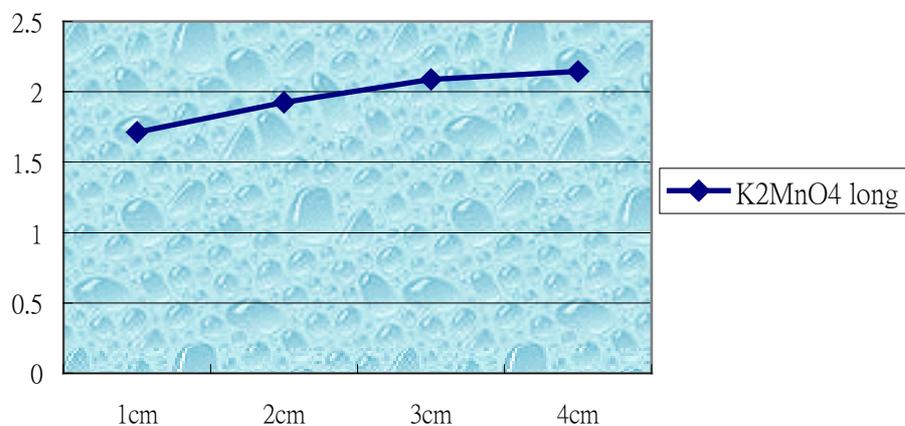
將平底試管切割成短管，製作成附 CD 片的平底試管，固定其 K_2MnO_4 液柱高度，自 1 cm~4 cm，並以另一組普通長度試管作為對照組。用三用電表連接光敏電阻，光源為白光，測其電阻並記錄之。

(二) 結果：

K_2MnO_4 (長試管)

							平均
1cm	1.712	1.713	1.715	1.713	1.713	1.715	1.714
2cm	1.924	1.925	1.925	1.926	1.92	1.922	1.924
3cm	2.086	2.087	2.085	2.087	2.084	2.085	2.086
4cm	2.14	2.142	2.146	2.147	2.149	2.145	2.145

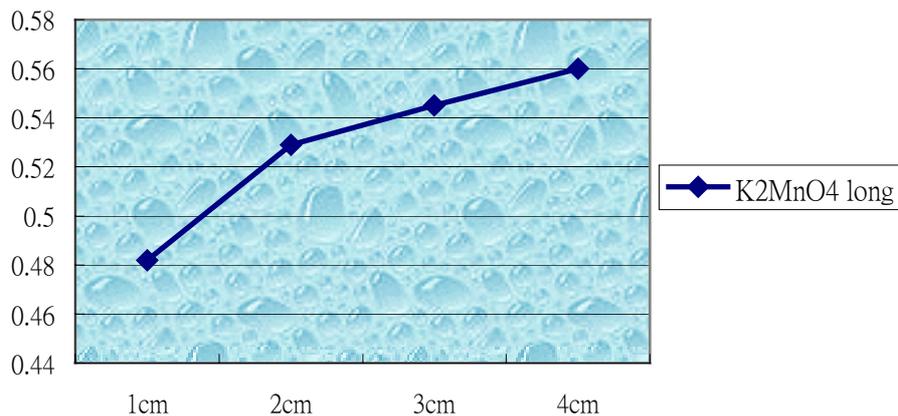
K_2MnO_4 long



K_2MnO_4 (短試管)

							平均
1cm	0.481	0.482	0.481	0.482	0.483	0.484	0.482
2cm	0.529	0.529	0.529	0.529	0.529	0.53	0.529
3cm	0.544	0.544	0.545	0.545	0.545	0.545	0.545
4cm	0.588	0.559	0.56	0.56	0.561	0.562	0.56

K2MnO4 long



實驗八 不同顏色光線對 FeSCN^{2+} 的影響

(一)

方法：

1. 將 [1]~[5] 號試管分別注入 5 ml KSCN 溶液，再依 [1]~[5] 號的順序注入 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液 0.1M、0.04M、0.016M、0.0064M、0.00256M 各 5 ml。
2. 在光源中放入綠色玻璃紙形成綠色光源，再以電阻和自製儀器測出 [2]~[5] 的電阻值，再調整 [1] 號試管液柱高度，並紀錄電阻大小與 [2]~[5] 的電阻值相等時的高度。

(二)

結果：如下圖

綠光

	1	2	3	4	5
$[\text{Fe}(\text{NO}_3)_3]$	0.1M	0.04M	0.016M	0.0064M	0.00256M

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
平均電阻	0.04K Ω	3.401K Ω	3.1107K Ω	2.9617K Ω	2.7993K Ω
原液柱高	\	7.2cm	7.4cm	7.3cm	7.4cm
調整後[1]液柱高	\	3.4cm	2.4cm	1.7cm	1cm
計算後求得的 $[\text{FeSCN}^{2+}]$	\	0.0001228	0.0001948	0.0001821	0.0001129
K_c	\	3.4999	15.5699	35.796	51.26

實驗九 電阻的工作範圍

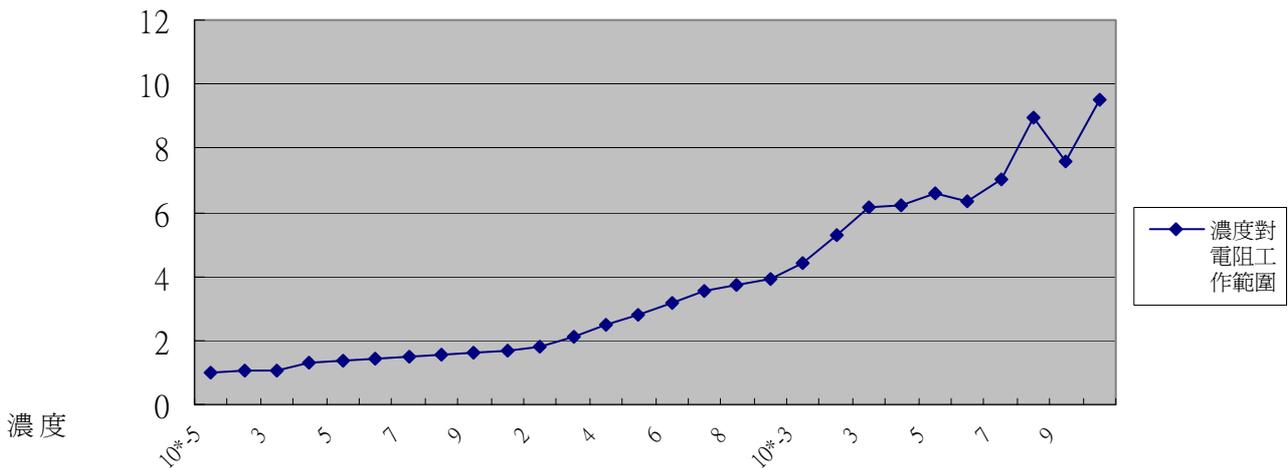
(一) 方法 用涵蓋大範圍濃度的溶液測量電阻製成圖表，從斜率和線性的表現找出本實驗所採用的電阻之工作範圍。

註：本實驗採用新的儀器「DINO II」——為北區科展比賽後所做的改良。

(附圖四、五)

(二)結果 如下圖

濃度對電阻工作範圍



由上表我們可以發現，電阻在 $5k\Omega \sim 1k\Omega$ 左右有較穩定的斜率。

電阻過高，表溶液顏色太深光線不易通過。電阻過低，表溶液顏色太淡對透光度影響過小，實驗數據易被外來因素干擾。

貳、討論

(一)

在實驗一中，我們測量至一公尺，是爲了防止過長的距離造成實驗誤差。我們知道光線在行徑的過程中，會因爲種種因素造成干擾。所以若取更長的距離測量，所得數據即會開始偏差。

(二)

在實驗二中，我們必須控制液面的高度，防止其過低。在液面過低的情況下，電阻電路板與之距離過大，即會造成實驗誤差。用不正確的數據作圖，由斜率可看出偏差，因此要校正。

(三)

在實驗三和實驗四中，我們用不同濃度的溶液搭配。但在實驗的過程中亦發現，如果濃度過高，平衡系的顏色過深，試管中無法形成光路，光線無法通過，電阻則無法感應。三用電表上之讀數即會有很大的變動。

(四)

在所有的實驗中，溫度都是一個需小心注意的重要變因。以之平衡常數會因溫度而改變，而不同的方程式對於溫度改變所受之衝擊亦不相同。爲了

將溫度造成的實驗誤差減到最低，我們在每一個實驗中，都是在一切器材架設好之後才將 DINO 電源打開，而每次觀測的時間，也都掌控以縮到最短。俾使燈管升溫最少，對數據影響也盡量壓低。

(五)

在實驗中我們原打算使用鎢絲燈作為對照組，但因鎢絲燈溫度過高造成實驗誤差，甚至將玻璃紙融化，因此不予採用。

(六)

我們在設計實驗流程中假設：使用不同顏色的光源可適用於不同顏色的溶液，並可以互補色或相近色的方式測得更精準的數據。但根據實驗結果，每一種溶液所適用的色光並沒有規律性。無論如何，我們確實也找出了各樣本溶液（各種顏色）有較穩定數據的色光。而實驗六也是最浩大的一項研究，每個數據都是六個測量值平均的結果。

伍、結論

(一)

1.

由實驗結果得知，光敏電阻的電阻大小是隨著距離的遠近而呈線性關係，亦即距離越遠電阻越大。這個結果對於接下來的實驗將是一個極重要的前提。證實了以電阻測光度的可行性。

2.

電阻的敏感度很高，所以實驗所用儀器必須妥善固定，維持其穩定性。否則所得數據會變動很大。

(二)

1.

將電阻焊於電路板，並於平底試管口架設 CD 片，可提高穩定性及節省人工。

2. 已知化學方程式



且顏色具有加成效果，液柱越高顏色越深。由實驗結果得知，電阻大小與有色液柱高度成線性關係。液柱高度越高，電阻越大。但若累加高度太大，則無法感應電阻。因此本實驗亦是作為接下來實驗的根據。

(三)

1.

$\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^{-} \rightarrow \text{FeSCN}^{2+}$ ， FeSCN^{2+} 為血紅色離子，根據勒沙特列原理(Le Chatelier's Principle)，平衡向減少此因素的方向移動。因此本實驗加入 Fe^{3+} 或 SCN^{-} 使其濃度變大， FeSCN^{2+} 濃度也會變大。研究結果得知 FeSCN^{2+} 顏色變深，透光率變小，電阻變大。得 FeSCN^{2+} 濃度和電阻大小成一線性關係。

2.

但在實驗的過程中，我們發現一個關於溫度的問題。那就是一但我們把比色器的光源開啓過久，因為燈管發熱溫度上升，連帶使得試管與溶液溫度上升，甚至管壁出現有液滴凝結，數據產生誤差。所以我們推論溫度對本實驗有顯著的影響。

(四)

由實驗之結果綜合得知，此簡易裝置可測得比色法的 K_c 值。

(五)

$Fe^{3+} + SCN^- \rightleftharpoons FeSCN^{2+}$ K_c 值約為 160~170 (摘自跨世紀新指標化學實驗 P.64 --華英書局)，經由實驗六簡易「自製比色器」測量，所得到的 K_c 值與理論值約差 $\pm 20\%$ 以內；而目測法所得到的 K_c 值與理論值差距頗大。因此，自製比色器操作簡易、準確性較高，更為目測法實用。此外，在實驗過程中，我們動手作實驗、思考問題，對於平衡反應此章節有著更深刻的認識。「測量儀器方法」的改進，影響了設計實驗方向及最終成果。所以「設計改裝儀器」的能力是應該培養的，這是我們科展中的重大收穫。

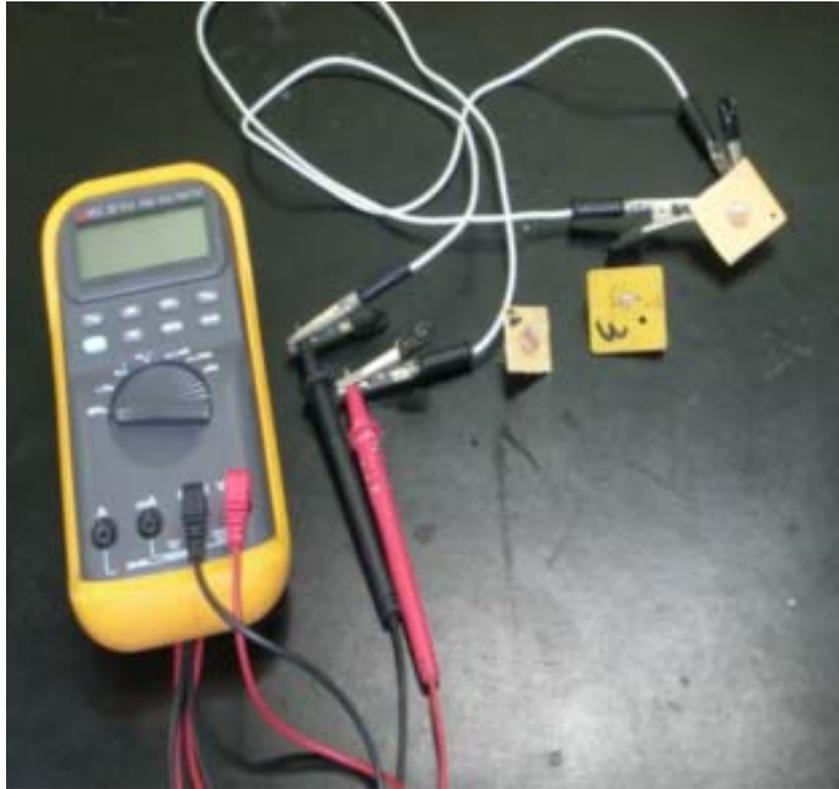
陸、展望

- 一、我們在實驗的過程中，發現到溫度對實驗有顯著的影響。由過去學習的知識亦得知，對不同的方程式溫度會有不同的影響。我們希望對於上述因素，在未來能夠更深入的探討，是否有定性關係。
- 二、「自製比色器」採用光敏電阻測量，但仍有一定的誤差。計劃在未來再改良儀器，對我們比色法實驗的數據作更精確的校正。
- 三、未來實驗計劃：
 - 查出實驗中所用的電阻規格並以其他規格的電阻測試找出較準確適用的類型。
 - 將「自製比色器」應用在比色法以外的其他實驗中（例如將之用於測量有色難溶性鹽類飽和溶液的濃度，進而快速求出其 K_{sp} 值）
 - 「自製比色器」採用光敏電阻測量，但仍有一定的誤差。計劃在未來再改良儀器，對我們比色法實驗的數據作更精確的校正。以其他較精確方式測量正確的 K 值，與我們的 DINO 做比較。

柒、參考資料及來源

- www.fourier-sys.com/support/Chemistry/Chemical%20Equilibrium-%20Finding%20a%20Constant-%20Kc.pdf –
- academic.bowdoin.edu/courses/s02/chem109/laboratory/dissemination/factors.pdf
- www.chemistry.ohio-state.edu/~coe/chem122/Chem122_ch15_notes.pdf
- <http://csf.concord.org/esf/Curriculum/..%5CCurrAttach99%5CACF8A4.doc>
- <http://61.13.16.54/cpedia/Content.asp?ID=45466&Query=1>
- 中華民國中小學科學展覽 21~30 屆 化學科優勝作品專輯__國立台灣科學教育館編印
- 高級中學化學第二冊實驗作業簿__國立編譯館編印

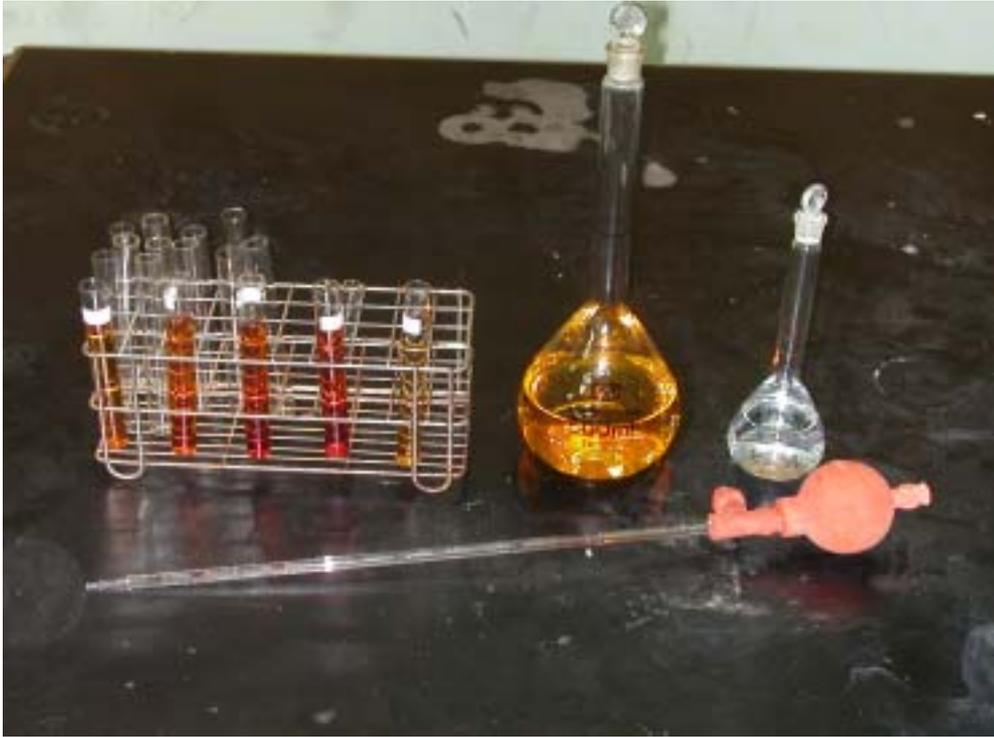
- www.wikipedia.com



附圖一



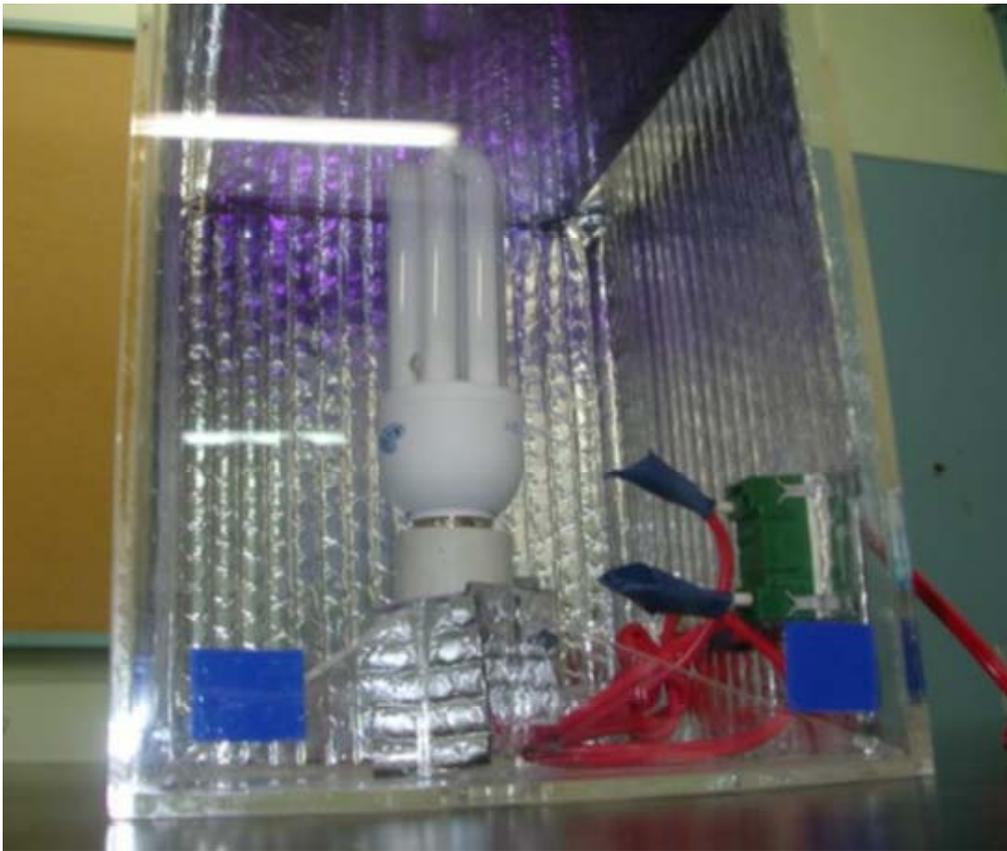
附圖二



附圖三



附圖四



附圖五

評語

以簡易自製器材改進比色法測定準確度，並以之測定化學反應平衡常數，極有價值，堪為佳作。若在光源選擇能再有創意突破，將更完美。