

# 配製氫氧化鐵膠液之研究

## 高中組化學科第三名

台灣省立台東高級女子中學

作 者：李金紋、王逸婷、陳威倩、陳卉瑄

指導教師：梁利吉

### 一、研究動機

(一)當我們配製氫氧化鐵膠液時，一般方法是（註①）

- ①以 3g 的氯化鐵溶於 7ml 的水中……Ⓐ
- ②以燒杯盛水熱至沸騰……Ⓑ
- ③Ⓐ加入Ⓑ，同時攪拌起水解反應 → 生成赤褐色膠液

而我們依此法配製出來的 $\text{Fe(OH)}_3$ 膠液時，第1次： $\text{FeCl}_3$ 水溶液 + 沸騰後靜置一下的水；第2次： $\text{FeCl}_3$ 水溶液 + 沸騰中的水。得到的兩種膠液竟顏色不同：第一次為淺赤褐色，第二次為深赤褐色。

然而疑惑的是，依此步驟「熱至沸騰的水 +  $\text{FeCl}_3$ 水溶液」，何以配製出來溶液的顏色有明顯差異？而此二種溶液是否皆為 $\text{Fe(OH)}_3$ 膠液？因此我們有初步的問題與假設：是否水溫（Ⓑ中之水）的高低，會影響氯化鐵水解，而致使產生的氫氧化鐵膠液有不同的色相？

為了驗證且開啟心中的疑惑，我們再分別以

- (1)沸騰中的水（為 $100^{\circ}\text{C}$ ）+  $\text{FeCl}_3$ 水溶液
  - (2)沸騰後靜置到  $75^{\circ}\text{C}$ 的水 +  $\text{FeCl}_3$ 水溶液
  - (3)沸騰後靜置到  $50^{\circ}\text{C}$ 的水 +  $\text{FeCl}_3$ 水溶液
  - (4)沸騰後靜置到  $25^{\circ}\text{C}$ 的水 +  $\text{FeCl}_3$ 水溶液
- } 在該水溫下倒入 $\text{FeCl}_3$ 水溶液之後，即放置在室溫下。

我們發現，此4法配製出來的溶液在待置許多天後，顏色和當初4情況分別顯現的色相一樣，即(1)(2)(3)(4)為深赤褐色依序淺至黃橙色，水溫愈低，溶液所呈現的顏色愈淺。

(二)我們再將此四種不同水溫下配製出來的溶液分別透析（除去其電解質），直到四種溶液皆因失去太多電解質而沈澱下來時，將四種溶液自透析用以讓電解質跑出的水中取出，連同賽珞凡在室溫中風乾，經一段時間後，發現四種溶液在賽珞凡內皆餘留下棕色的固體。由此也可初步推論此四種不同水溫下配製出來的膠液，皆有 $\text{Fe(OH)}_3$ 之生成。然而既都有 $\text{Fe(OH)}_3$ 之生成，且配製時除在加入 $\text{FeCl}_3$ 水溶液時控制的水溫不同外並無其他變因，為何顏色不同？因此我們

假設：水溫不同下，配製出來的膠體溶液所能生成的 $\text{Fe(OH)}_3$ （膠體粒子）可能在數量上不盡相同）。

## 二、研究目的

- (1) 探討在不同的水溫下，氯化鐵水解所生成的氫氧化鐵膠液之色相不同的原因。
- (2) 探討在不同的水溫下，氯化鐵水解所生成的氫氧化鐵膠液其性質在透析前與透析後之差異性及其原因。
- (3) 探討配製 $\text{Fe(OH)}_3$ 膠液的正確方法。

## 三、研究設備

(一) 儀器：燒杯、量筒、量杯、玻棒、鐵架、滴管、蒸發皿、橡皮管、溫度計、濾紙、漏斗、賽珞凡、U形管、伏特計、碳棒、試管夾、酒精燈、本生燈、石線心網、皿梁天平、秤量紙、試管烘乾機、碼錶、恆溫槽、剪刀、小刀、洗滌瓶、電線、雷射光裝置、試管架、研鉢、鐵夾、烘箱、表玻璃、彈簧夾、放大鏡、比色裝置、光電比色計、蒸餾水

(二) 藥品： $\text{NaCl}$ 、 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 $\text{NaSCN}$

## 四、研究過程

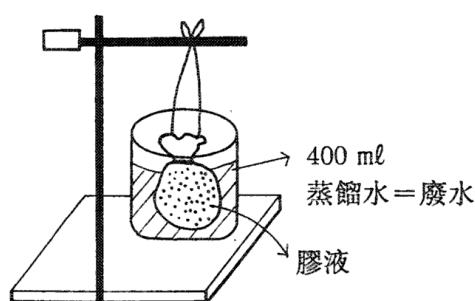
### (一) 配製膠液（粗製）

1. 稱取約 3g 的氯化鐵溶於 7ml 的水中。
2. 以燒杯盛水 200ml，熱至沸騰。
3. 將溶液加入水中攪拌起水解反應，生成赤褐色氫氧化鐵膠液。
  - (1) 將溶液（氯化鐵水溶液）加入沸騰中的水—以「100°C」表示。
  - (2) 將溶液（氯化鐵水溶液）加入熱至 75°C 的水—以「75°C」表示。
  - (3) 將溶液（氯化鐵水溶液）加入熱至 50°C 的水—以「50°C」表示。
  - (4) 將溶液（氯化鐵水溶液）加入熱至 25°C 的水—以「25°C」表示。
4. 分別盛入四量瓶，放置於室溫下。

※注意：容器皆須預先用鉻酸洗滌液、蒸餾水及水蒸氣洗淨（註②）

### (二) 配製純膠液：

1. 將上所配製之粗製膠液以量筒各盛入 60ml。
2. 將賽珞凡置入蒸發皿內，在皿中以水使其濕軟將之打開，裝入四種溫度各 60ml。
3. 上端以線縛之，吊置於鐵架上，浸入裝有蒸



餾水的燒杯內（註③）。

4. 每隔一段時間，分別取其燒杯內（賽珞凡外）的廢水 $10\text{ml}$ ，滴入 $1\text{M AgNO}_3$   $2\text{ml}$ ，觀察有無生成白色沈澱，並各取 $100\text{ml}$ 的廢水分別盛入容器中。
5. 紀錄時間（換水時間和再加入新一份 $400\text{ml}$ 蒸餾水的時間），而每次換水時皆同時四種一起拿出，同時浸入。
6. 重複步驟4.5.直到 $10\text{ml}$ 的廢水 +  $1\text{M AgNO}_3$   $2\text{ml}$  不再生成白色沈澱為止（ $\text{Cl}^-$  皆跑出賽珞凡，表示已透析完成）
7. 將賽珞凡袋內的四種膠液同時取出，分別倒入燒杯內，待使用。

### (三) 進行性質測試：

#### 1. 廷得耳效益：

(1) 原理：若以一束強光照射分別盛有真溶液及膠體溶液的二燒杯時，廷得耳發現膠體溶液有一明亮的通路（膠體粒子的散射光線），但真溶液則否（註④）。

#### (2) 測試方法：

Ⓐ 取試管 $10$ 支，分別盛入 $2\text{ ml}$ 的真溶液（ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ），和粗製（透析前）膠液「 $100^\circ\text{C}$ 」「 $75^\circ\text{C}$ 」「 $50^\circ\text{C}$ 」「 $25^\circ\text{C}$ 」及精製（透析後）膠液「 $100^\circ\text{C}$ 」「 $75^\circ\text{C}$ 」「 $50^\circ\text{C}$ 」「 $25^\circ\text{C}$ 」。

Ⓑ 取出電射光裝置，分別觀察 $10$ 種不同溶液中所呈現的光學效應。

#### 2. 擴散運動：

(1) 原理：膠體質點的擴散速率比真溶液中溶質的擴散速率慢。（註⑤）。

#### (2) 測試方法：

Ⓐ 取一垂直之試管，盛水約 $80\%$ ，定固定刻度。

Ⓑ 分別滴入真溶液一滴，與滴入膠液「 $100^\circ\text{C}$ 」「 $75^\circ\text{C}$ 」「 $50^\circ\text{C}$ 」「 $25^\circ\text{C}$ 」在水中到達刻度之時間。

Ⓒ 重複ⒶⒷ步驟，將透析後「 $100^\circ\text{C}$ 」「 $75^\circ\text{C}$ 」「 $50^\circ\text{C}$ 」「 $25^\circ\text{C}$ 」亦以同法測時。

Ⓓ 另取一水平玻璃管（細），燒成互相垂直之狀（如圖），再塞入橡皮塞，充水至水平鉛直交接處，取刻度。



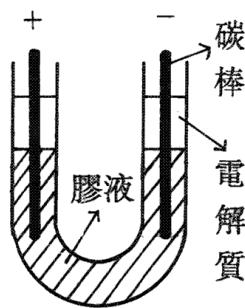
Ⓔ 滴入真溶液，透析前四膠液，透析後四膠液分別測其在水中到達相同刻

度所須時間。

### 3. 電泳動：

(1) 原理：帶電膠體質點，在外在電壓作用下而移動之現象，稱為電泳動。在

U形管內加入膠液（如圖），分別在二端慢慢加入密度比膠液小的電解質，使膠液與電解質之間產生明顯界面。當膠體質點帶正電，通電後正電極一端膠液水平面往下移，而負電極一端的膠液水平面則同時往上移（註⑥）。



### (2) 測試方法：

- Ⓐ 以彈簧夾夾主U型管，倒入透析前「100°C」膠液，緩緩在U型管兩端倒入電解質，插入電極，通電。
- Ⓑ 一段時間後，觀察其移動情形。
- Ⓒ 重複上步驟，分別觀察四種不同顏色透析前膠液及透析後之膠液。

### 4. 凝析性質：

(1) 原理： $\text{Fe(OH)}_3$  膠液 + 電解質 → 沈澱。膠體可因與其電性相反的電解質的加入而部份沈澱或完全沈澱。（註⑦）

### (2) 測試方法：

- Ⓐ 以鉻酸硫酸洗滌液充分洗淨試管，再用蒸餾水沖掉，置入烘試管機。
- Ⓑ 取8支試管分別倒入四種不同水溫下配製之膠液及透析後四種精製膠液各 5 ml，然後同一時間內倒入 2 ml 的 $\text{NaCl}$  靜置1小時後過濾，秤沈澱量。
- Ⓒ 重複Ⓑ，但將 $\text{NaCl(aq)}$ 改為電荷數較大的 $\text{K}_2\text{SO}_4(aq)$ 。

### (四) 透析後廢水中 $\text{Fe}^{3+}$ 含量多寡之測試：

#### 1. 光電比色計：

(1) 參照以上(二)之3.4，待透析完成後，每一次廢水取 100 ml 皆已全收集在標誌「100°C」、「75°C」、「50°C」、「25°C」之容器裡。

P.S. 「100°C」表示「100°C」透析經過所用的廢水（含賽珞凡內膠液中跑出之電解質離子。）

(2) 取「100°C」透析過的廢水裝滿光電比色計指定容器，置入比色計中，將其透光度定為 100%。

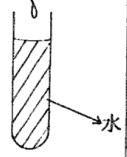
(3) 重複(2)，分別測試「75°C」、「50°C」、「25°C」。

## 2. 比色法：

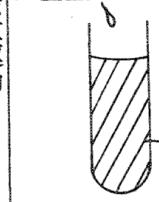
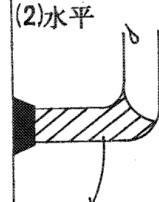
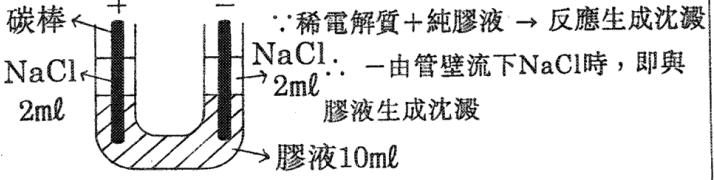
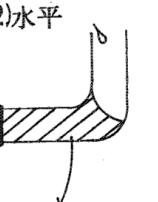
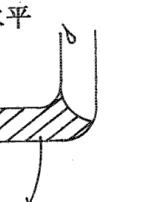
(1) 將「 $100^{\circ}\text{C}$ 」、「 $75^{\circ}\text{C}$ 」、「 $50^{\circ}\text{C}$ 」、「 $25^{\circ}\text{C}$ 」各取  $3\text{ ml}$ ，加入  $3\text{ ml}$   $\text{NaSCN(aq)}$   $1\text{M}$ ，呈血紅色，將四種血紅色溶液在比色裝置上比較，紀錄其值。

## 五、研究結果

### (一)透析前性質測試：

		「 $100^{\circ}\text{C}$ 」	「 $75^{\circ}\text{C}$ 」	「 $50^{\circ}\text{C}$ 」	「 $25^{\circ}\text{C}$ 」	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 真溶液	
1. 廷得耳		有光束通過	有光束通過	有光束通過	有光束通過	無法看出光線行經路線	
2. 擴散運動	(1) 垂直 	6"93 5"59	7"16 7"35	5"78 7"71	6"21 6"60	4"02 5"32	
		8"97 10"05	9"59 7"72	5"42 6"96	4"96 7"84	3"21 3"87	
		7"84 5"35	5"09 6"53	5"84 13"15	6"28 6"62	4"15 5"41	
		4"59 13"59	9"53 6"40	3"06 3"78	9"04 6"46	4"36 3"69	
		7"61 4"71	7"12 6"55	9"73 7"84	6"21 6"72	4"40 4"90	
		平均 7"52	平均 7"30	平均 6"97	平均 6"69	平均 4"33	
2. 水平 		26"47 29"09	26"75 27"25	24"15 19"75	22"38 10"75	21"72 20"44	
		23"65 28"91	35"82 31"25	27"19 23"16	16"00 18"66	12"87 18"21	
		28"50 35"28	23"88 27"25	18"69 22"94	18"54 21"60	17"60 16"53	
		25"81 28"65	21"78 32"22	26"37 16"50	16"03 21"15	17"22 20"02	
		23"40 21"46	26"69 15"78	28"53 31"03	17"56 29"03	10"06 14"80	
		平均 27"12	平均 26"86	平均 23"83	平均 19"17	平均 16"95	
3. 電泳動	測色間 其開始產生顏	1 8'32"50	7'59"25	6'00"12	4'09"91		
		2 14'25"31	11'50"21	8'54"23	6'78"29		
		3 13'40"58	10'10"25	9'35"72	7'02"48		
		平均 12'12"79	9'86"57	8'10"02	6'10"22		
4. 凝析性質	(1) 5 ml 膠液 + 2 ml $\text{NaCl}$ 1 M 置一 小時	第1次 濾紙重 0.915g 共重 0.933g 沈澱 0.018g	濾紙重 0.935g 共重 0.940g 沈澱 0.005g	濾紙重 0.928g 共重 0.930g 沈澱 0.002g	濾紙重 0.856g 共重 0.856g 沈澱 0.000g		
		第2次 濾紙重 0.866g 共重 0.878g 沈澱 0.012g	濾紙重 0.769g 共重 0.779g 沈澱 0.010g	濾紙重 0.860g 共重 0.869g 沈澱 0.009g	濾紙重 0.786g 共重 0.781g 沈澱 0.005g		
		第3次 濾紙重 0.810g 共重 0.832g 沈澱 0.022g	濾紙重 0.840g 共重 0.856g 沈澱 0.016g	濾紙重 0.890g 共重 0.899g 沈澱 0.009g	濾紙重 0.862g 共重 0.872g 沈澱 0.010g		
		平均 0.017g	0.010g	0.006g	0.005g		
		第1次 濾紙重 0.894g 共重 1.058g 沈澱 0.164g	濾紙重 0.882g 共重 1.044g 沈澱 0.162g	濾紙重 0.802g 共重 0.945g 沈澱 0.143g	濾紙重 0.894g 共重 1.025g 沈澱 0.131g		
		第2次 濾紙重 0.861g 共重 0.979g 沈澱 0.118g	濾紙重 0.740g 共重 0.888g 沈澱 0.098g	濾紙重 0.815g 共重 0.900g 沈澱 0.085g	濾紙重 0.830g 共重 0.862g 沈澱 0.032g		
(2) 5 ml 膠液 + 2 ml $\text{K}_2\text{SO}_4$ 1 M 置一 小時		第3次 濾紙重 0.770g 共重 0.890g 沈澱 0.110g	濾紙重 0.826g 共重 0.930g 沈澱 0.104g	濾紙重 0.839g 共重 0.938g 沈澱 0.099g	濾紙重 0.788g 共重 0.880g 沈澱 0.092g		
		平均 0.131g	0.121g	0.109g	0.085g		

(二)透析後性質測試：

		「100°C」	「75°C」	「50°C」	「25°C」	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> 真溶液
1. 廷得耳		有光束經過	有光束經過	有光束經過	有光束經過	無法看出光 線行經路線
2. 擴散運動	 	11" 66    13" 31	18" 59    14" 75	14" 62    12" 78	20" 00    17" 83	4" 02    5" 32
		21" 53    13" 03	18" 73    15" 22	17" 21    16" 03	13" 15    13" 39	3" 21    3" 87
		12" 78    13" 53	18" 28    11" 40	17" 84    19" 10	20" 14    13" 49	4" 15    5" 41
		17" 50    19" 62	15" 40    15" 54	21" 28    15" 49	18" 19    23" 45	4" 36    3" 69
		13" 55    13" 65	9" 46    15" 09	13" 03    18" 35	21" 95    19" 12	4" 40    4" 90
		平均 15" 02	平均 15" 25	平均 16" 57	平均 18" 12	平均 4" 33
3. 電泳動	 10ml 膠液 + (2 + 2)ml NaCl 0.01M	65" 20    68" 43	58" 50    182" 21	76" 22    147" 35	150" 39 227" 62	21" 72    20" 44
		78" 22    75" 42	67" 60    68" 30	139" 10 116" 85	461" 40 192" 30	12" 87    18" 21
		75" 23    94" 50	80" 10    77" 20	135" 70 176" 30	158" 50 235" 18	17" 60    16" 53
		96" 20    90" 28	130" 58    72" 18	169" 19 238" 98	264" 08 213" 44	17" 22    20" 02
		39" 80    75" 00	96" 80    83" 60	215" 82 121" 19	479" 47 335" 72	10" 06    14" 80
		平均 75" 83	平均 91" 71	平均 153" 67	平均 271" 81	平均 16" 947
4. 凝析性質	 (1) 5 ml 膠液 + 2 ml NaCl 1 M 置一 小時	濾紙重 0.828g 共 重 0.910g	濾紙重 0.766g 共 重 0.841g	濾紙重 0.815g 共 重 0.866g	濾紙重 0.853g 共 重 0.900g	
		沈 濘 0.082g	沈 濘 0.075g	沈 濘 0.051g	沈 濘 0.047g	
		濾紙重 0.899g 共 重 1.001g	濾紙重 0.840g 共 重 0.929g	濾紙重 0.815g 共 重 0.883g	濾紙重 0.890g 共 重 0.953g	
		沈 濘 0.102g	沈 濘 0.089g	沈 濘 0.068g	沈 濘 0.063g	
		濾紙重 0.863g 共 重 0.962g	濾紙重 0.810g 共 重 0.902g	濾紙重 0.866g 共 重 0.945g	濾紙重 0.837g 共 重 0.916g	
		沈 濘 0.099g	沈 濘 0.092g	沈 濘 0.079g	沈 濘 0.079g	
		平均 0.094g	0.085g	0.066g	0.063g	
	 (2) 5 ml 膠液 + 2 ml K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1 M 置一 小時	濾紙重 0.797g 共 重 0.988g	濾紙重 0.857g 共 重 1.032g	濾紙重 0.884g 共 重 1.054g	濾紙重 0.835g 共 重 1.004g	
		沈 濘 0.191g	沈 濘 0.175g	沈 濘 0.170g	沈 濘 0.169g	
		濾紙重 0.837g 共 重 0.972g	濾紙重 0.770g 共 重 0.910g	濾紙重 0.835g 共 重 0.916g	濾紙重 0.822g 共 重 0.930g	
		沈 濘 0.135g	沈 濘 0.140g	沈 濘 0.081g	沈 濘 0.108g	
		濾紙重 0.812g 共 重 0.924g	濾紙重 0.776g 共 重 0.862g	濾紙重 0.862g 共 重 0.982g	濾紙重 0.775g 共 重 0.861g	
		沈 濘 0.112g	沈 濘 0.086g	沈 濘 0.120g	沈 濘 0.084g	
		平均 0.146g	0.134g	0.124g	0.120g	

(三)透析過程之觀察與紀錄：

換水時間		「100°C」	「75°C」	「50°C」	「25°C」
1 次 3/4 3/4 下 午 午一午 2 4 ： 10 55	①取10ml廢水 + 2mlAgNO <sub>3</sub> 1M	生成白色沈澱	生成白色沈澱	生成白色沈澱	生成白色沈澱
	②賽珞凡內的膠液情況	看不出變化 (仍赤褐色)	看不出變化 (同透析前)	變深(淺褐色)	變深(淺褐色與左同)
	③廢水觀察(取100ml收集)	顏色變黃 (最淺)	顏色變黃	顏色變黃	顏色變黃(最深)
2 次 3/4 3/5 下 上 午一午 5 11 ： 00 20	①取10ml廢水 + 2mlAgNO <sub>3</sub> 1M	生成白色沈澱(但比第一次淺)	生成白色沈澱(但比第一次淺)	生成白色沈澱(但比第一次淺)	生成白色沈澱(但比第一次淺)
	②賽珞凡內的膠液情況	看不出變化	似乎深了一點(但比「100°C」還淺)	變成與「75°C」(左)的顏色相近	變成與「75°C」(左)的顏色相近
	③廢水觀察(取100ml收集)	清澈	清澈	清澈	微黃
3 次 3/5 3/5 上 下 午一午 11 3 ： 41 30	①取10ml廢水 + 2mlAgNO <sub>3</sub> 1M	生成沈澱(比第二次淺)	生成沈澱(比第二次淺)	生成沈澱(比第二次淺)	生成沈澱(比第二次淺)
	②賽珞凡內的膠液情況	似乎較透析前更深了一點但不明顯	與第二次同	與第二次同	與第二次同
	③廢水觀察(取100ml收集)	清澈	清澈	清澈	清澈
4 次 3/5 3/6 下 上 午一午 3 7 ： 40 50	①取10ml廢水 + 2mlAgNO <sub>3</sub> 1M	很淺的白色沈澱	很淺的白色沈澱	很淺的白色沈澱	很淺的白色沈澱
	②賽珞凡內的膠液情況	無變化	似乎有加深但不明顯	此時與透析的「75°C」顏色同	同左
	③廢水觀察(取100ml收集)	清澈	清澈	清澈	清澈
5 次 3/6 3/6 上 下 午一午 8 10 ： 10 50	①取10ml廢水 + 2mlAgNO <sub>3</sub> 1M	略白	略白	略白	無
	②賽珞凡內的膠液情況	無變化	無變化 (此時比「左」淺)	無變化 (此時與「75°C」左同)	同左
	③廢水觀察(取100ml收集)	清澈	清澈	清澈	清澈

換水時間		「100°C」	「75°C」	「50°C」	「25°C」
6次 3/6 上午 11:20	①取10ml廢水 + 2mlAgNO <sub>3</sub> 1M	略白	略白	無	無
	②賽珞凡內的膠液情況	與第5次同	與第5次同	與第5次同	與第5次同
	③廢水觀察(取100ml收集)	透明無色	透明無色	透明無色	透明無色
7次 3/6 下午 1:44	①取10ml廢水 + 2mlAgNO <sub>3</sub> 1M	略白	略白	無	無
	②賽珞凡內的膠液情況	與第6次同	與第6次同	與第6次同	與第6次同
	③廢水觀察(取100ml收集)	透明無色	透明無色	透明無色	透明無色
8次 3/6 下午 3:30	①取10ml廢水 + 2mlAgNO <sub>3</sub> 1M	無	無	無	無
	②賽珞凡內的膠液情況	與第7次同	與第7次同	與第7次同	與第7次同
	③廢水觀察(取100ml收集)	透明無色	透明無色	透明無色	透明無色

(四)透析後廢水Fe<sup>3+</sup>含量多寡測試：

1.光電比色計：

透析後之廢水	「100°C」'	「75°C」'	「50°C」'	「25°C」'
透光度	100%	99.0%	98.9%	96.6%

2.比色法：

		「25°C」' 「100°C」'	「25°C」' 「75°C」'	「25°C」' 「50°C」'
高 度 比	第一次	$\frac{3.28}{6.55} = 0.50$	$\frac{3.35}{6.45} = 0.52$	$\frac{5.58}{6.70} = 0.83$
	第二次	$\frac{3.12}{6.45} = 0.48$	$\frac{3.30}{6.15} = 0.54$	$\frac{5.59}{6.40} = 0.87$
	第三次	$\frac{3.35}{6.55} = 0.51$	$\frac{3.42}{6.55} = 0.52$	$\frac{6.24}{6.35} = 0.98$
平均比值		0.50	0.53	0.89

## 註解

- ①田福助；化學實驗下冊，大海文化事業有限公司；127頁；民74年。
- ②同上，126頁。
- ③同上，125頁。
- ④楊中堅；基礎物理化學；977頁；民65年。
- ⑤同上，982—983頁。
- ⑥同上，989—990頁。
- ⑦朱文聰；定量化學分析；徐氏基金會出版；254—255頁；民67年。

## 六、討論

### (一)就透析前討論：

- 1.「100°C」「75°C」「50°C」「25°C」皆有四項性質表現。
- 2.「100°C」水解生成的 $\text{Fe(OH)}_3$ 比起「75°C」和另二種皆多了許多，故剩餘未能生成 $\text{Fe(OH)}_3$ 的鐵離子亦最少，同理，「25°C」所含 $\text{Fe}^{3+}$ 最多。又知 $\text{Fe}^{5+}$ 為黃色而 $\text{Fe(OH)}_3$ 為赤褐色，此便可解釋表「100°C」「75°C」「50°C」「25°C」的色相為深赤褐色 → 黃橙色。
3. $\text{Fe}^{5+}$ 的擴散速率比 $\text{Fe(OH)}_3$ 快，又「25°C」 $\text{Fe}^{3+}$ 最多，顏色最易看出其到達刻度，故會最快。
- 4.電泳動性質，一旦通電後，因 $\text{Fe(OH)}_3$ 帶正電，往負極移動。電極之同時，就因放電而沈澱，「25°C」帶黃橙色， $\text{Fe}^{3+}$ 數量非常多，移動至電極之時間比另三種快，故會最早因放電而沈澱，於是會有較黃橙色深的一層界面因沈澱而顯現，也因此，「25°C」界面產生之時間最快。
5. $\text{Fe(OH)}_3$ 會與電性相反的電解質起作用沈澱，含 $\text{Fe(OH)}_3$ 愈多者，所得之沈澱亦愈多，故「100°C」最多，循序向下「25°C」最少。

### (二)就透析後討論：

- 1.將膠液裝入賽珞凡再浸入水中透析後，無外界所予之化學作用，故 $\text{Fe(OH)}_3$ 不可能無改變多或變少，但膠液會因電解質的除去而更加穩定，故透析後的各項性質顯現均非常明顯可知。
- 2.透析會將 $\text{Cl}^-$ 趕至廢水中，而 $\text{Fe}^{3+}$ 比 $\text{Cl}^-$ 還小，理所當然的也會跑出。在約三天後，用 $\text{AgNO}_3$ 測及 $\text{NaSCN}$ 測試常更換的廢水，無反應時將之取出，此時「100°C」「75°C」「50°C」「25°C」透析後已無 $\text{Fe}^{3+}$ 和 $\text{Cl}^-$ 的存在（但實際上仍含有微量）。
- 3.透析後膠液在水中擴散，因不含 $\text{Fe}^{3+}$ ，故需考慮到 $\text{Fe(OH)}_3$ 含量多寡，物質

濃度愈大，在水中碰撞機會愈大，故含 $\text{Fe(OH)}_3$ 最多者會有較快的移動速率。

4.由凝析性質之結果，可知透析前後所含 $\text{Fe(OH)}_3$ 的多寡順序仍為「 $100^\circ\text{C}$ 」最多，「 $75^\circ\text{C}$ 」次之，再者「 $50^\circ\text{C}$ 」，「 $25^\circ\text{C}$ 」。

(三)就廢水來討論：

- 1.透析完成後， $\text{Fe}^{3+}$ 幾乎可說完全跑出，因 $\text{Fe}^{3+}$ 呈黃色，故「 $100^\circ\text{C}$ 」的透光度應最長（因 $\text{Fe}^{3+}$ 在「 $100^\circ\text{C}$ 」中含量少，跑出的 $\text{Fe}^{3+}$ 自然也只有少許），而「 $25^\circ\text{C}$ 」含 $\text{Fe}^{3+}$ 最多，透光度最差。
- 2.「 $25^\circ\text{C}$ 」含 $\text{Fe}^{3+}$ 含 $\text{Fe}^{3+}$ 最多，含 $\text{Fe(OH)}_3$ 最少，故加入 $\text{NaSCN}$ 後，其濃度最大，顏色最深。

## 七、結論

(一)四種粗製膠液顏色不同，是 $\text{FeCl}_3$ 在水中水解生成 $\text{Fe(OH)}_3$ 膠液的量不同，亦即四種溫度膠液中，含膠體粒子的多寡不同所致。

(二)透析後「 $100^\circ\text{C}$ 」「 $75^\circ\text{C}$ 」「 $50^\circ\text{C}$ 」「 $25^\circ\text{C}$ 」所含的 $\text{Fe(OH)}_3$ 粒子多寡亦由多→少。

(三)配製 $\text{Fe(OH)}_3$ 膠液所用水溫不同，會致使膠液裡所含的 $\text{Fe(OH)}_3$ 膠體粒子生成量不同，故配製 $\text{Fe(OH)}_3$ 膠液的正確方法應是

- 1.將 3g 的氯化鐵溶入 7ml 水中………Ⓐ
- 2.將 200ml 的水盛入燒杯，熱至沸騰………Ⓑ
- 3.將Ⓐ加入沸騰中的Ⓑ，則完全生成赤褐色的 $\text{Fe(OH)}_3$ 膠液。

## 八、參考資料

- 1.楊中堅：基礎物理化學（下）；973—998頁；民65年；正言出版社。
- 2.黃加定、曹簡禹；物理化學實驗學；正中書局；民56年。
- 3.田福助；化學實驗（下）；大海文化事業有限公司；122—135頁；民74年。
- 4.林逸虹著；物理化學；三民書局，503—518頁；民62年。
- 5.陳國程；新編化學入門；大行出版社；民63年。
- 6.鄭仁芳；定量分析化學理論與實驗；之宜出版社；320—325頁；民66年。
- 7.朱斗聰譯；定量化學分析；徐氏基金會；254—257頁；民67年。
- 8.常伯華；普通化學原理；正中書局；309—324頁；民59年。

## 評語

本件作品在探討配裝氫氧化鐵膠液時，因水溫不同所引起的差異原因。假設因

溫度差異導致氫氧化鐵膠體量的改變，因而引起一連串的探討的工作，在高中課程對膠體的範圍內首先用廷得耳效應研究膠體的散光性，接下去用擴散運動、電泳動、鹽析等方法來研究膠體的特性。用賽洛凡來透析膠體溶液是一個重要的證明。雖然其論點仍有許多不盡完美的說法，但以科學態度來說，使用諸多的方法來作為其論點的依據而且都能提出合理的說明，是這個作品比較突出的地方。此獎勵主要在於其科學思考的方法及研究態度，其論點仍有待使用較精密的儀器及設立校正標準來證實。