

# 讓我們瞧瞧有色離子移動的真面目

## 國中組化學科第三名

臺中縣清水國民中學

作 者：蔡素玲、王怡群  
林亭君、王暉宇  
指導教師：顏明山、張錫坤

### 一、研究動機

當我們做電離質導電實驗時，經過老師一番講解後，便滿懷自信的做了起來，但我們辛苦做出來的實驗，效果却不如理想；不是藥品在溼濾紙上擴散得模糊不清，就是有色離子移動的方向不明，於是心中浮起了疑念，是我們技術太差了？還是實驗本身就有問題？但最後唯一的方法就是請教老師，老師說每年做這個實驗都是不理想，但是內心不甘；天下無難事，只怕有心人，這實驗一定有更好方法，就這樣引發了我們的實驗興趣，老師看我們有這股熱誠也義務的指導我們，經我們的熱烈討論，收集資料，以及實驗，這一個改進的實驗就這樣的展開了！

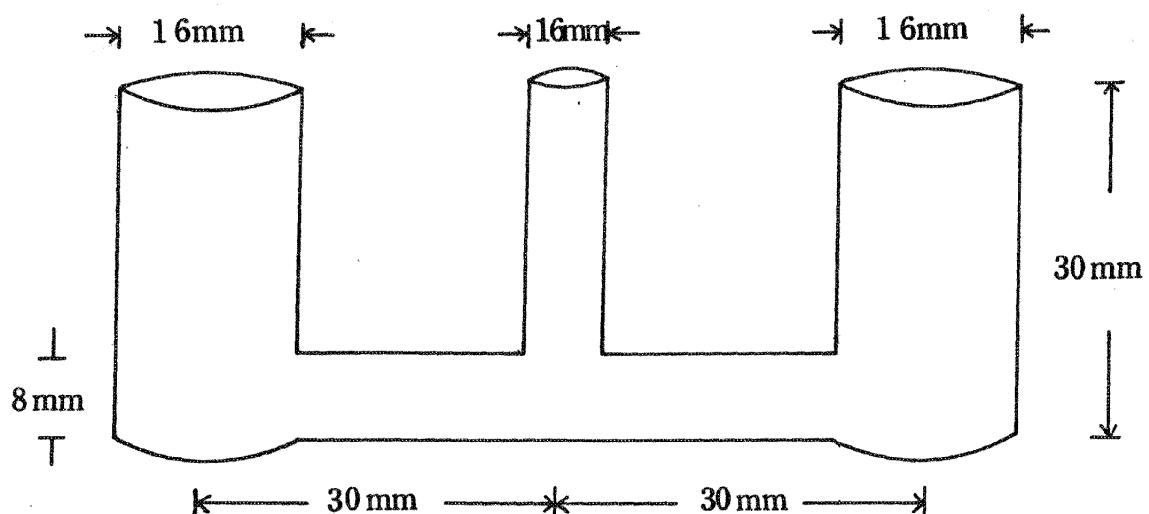
### 二、研究目的

改良課本十三章中有關  $KMnO_4$  與  $CuCr_2O_7$  的離子導電實驗。

### 三、研究設備

(一) 器材：直流電源(15V)、燒杯、吸管、導線、附銅夾、銅棒電極2、白金電極2、碳棒電極2、透明膠帶、山字管（新設計，暫名「山字管」為玻璃製品，規格如圖一）。

(二) 藥品：重鉻酸銅晶體、過錳酸鉀晶體、硝酸鉀水溶液0.1%，0.5%，1%，2%，5%，10%，洋菜水溶液(0.25%，0.5%，1%，2%，4%)



圖一

#### 四、研究過程

##### 【實驗一】改進過錳酸鉀晶體的導電實驗

(一)目的：觀察紫紅色 $MnO_4^-$ 離子，被電極吸引的情形，證明電解質水溶液中有帶電粒子的存在。

(二)改進：1. 器材方面：(如裝置圖二)

(1)以山字管取代

濾紙和載玻片

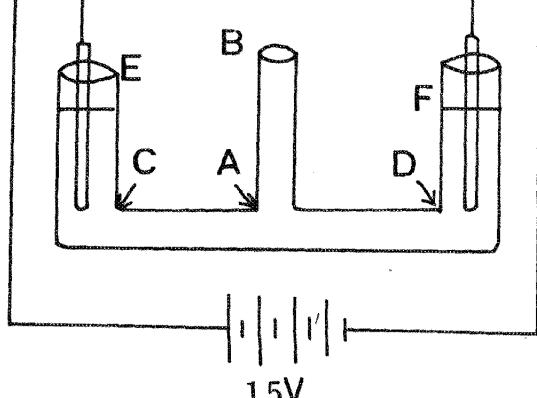
(2)以碳棒、銅棒或白金絲電極均可。

2. 藥品方面：

以洋菜的硝酸鉀混合液所凝成之膠狀物取代 0.05 M 稀硫酸。

1. 配製如下表之 $KNO_3$ 之洋菜水溶液，加熱至完全溶解後，倒入

山字管中，CAD 液面下，冷卻凝成膠狀物，並在山字管二端 EC, FD 部分加入相同濃度的 $KNO_3$ 溶液。



圖二

(三)實驗步驟：

2. 將步驟 1. 中的山字管利用透明膠帶固定於桌面上，然後用電線與整流器，白金絲電極等連接如圖二。
3. 取一小粒過錳酸鉀晶體，由山字管中間管的 B 處加入，通電 20 分鐘記錄在各種不同濃度下紫紅色  $MnO_4^-$  移動的距離，並將結果記錄在下表中。

(四) 結果：

1. 以白金電極長 2.5 cm，每 20 分鐘為單位，求出  $MnO_4^-$  移動的平均速率結果如表一。

表 一

洋菜濃度 KNO <sub>3</sub> 濃度 $MnO_4^-$ 移動之速率 $cm/20\text{ min}$	KNO <sub>3</sub> 濃度					
	0.1%	0.5%	1%	2%	5%	10%
0.25 %	—	1.4	1.6	1.5	1.5	1.3
0.5 %	1.0	1.3	1.5	1.4	1.4	1.2
1 %	1.0	1.3	1.4	1.3	1.1	1.0
2 %	0.6	0.8	1.0	1.0	0.8	0.7
4 %	0.4	0.7	0.8	0.8	0.7	0.5

(附) “—”表示洋菜凝結不佳

$MnO_4^-$  移動速率 (cm/20 min)     $MnO_4^-$  移動速率 (cm/20 min)

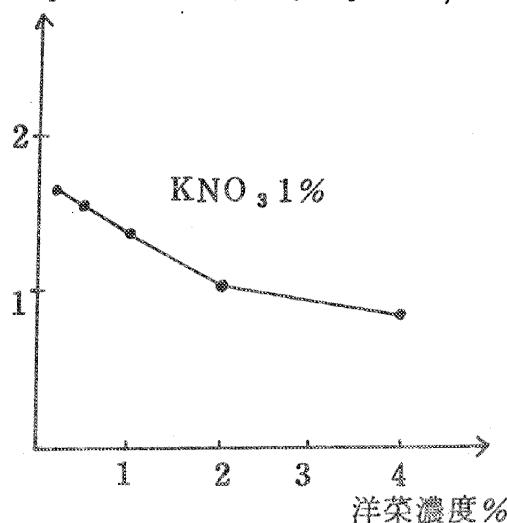


圖 A

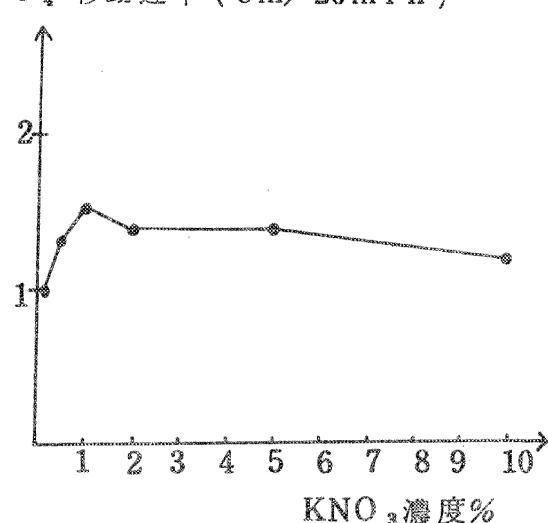


圖 B

2. $MnO_4^-$ 移動速率(每20分鐘移動距離)分別與洋菜濃度及 $KNO_3$ 濃度作圖，可得圖A及圖B

(五)實驗討論：

- 1.山字管是由載玻片和U形管結合設計出來的，用來裝硝酸鉀的洋菜溶液，並以冷凝後的膠狀物來取代潮溼瀘紙。
- 2.電解時，陰陽兩極分別產生氫氣和氯氣，必須設法排除，否則會使洋菜斷裂而妨礙導電，因此陰陽兩極若附加橡皮塞，橡皮塞不可塞緊。
- 3.為減少過錳酸鉀晶體在洋菜中的擴散現象，特別將山字管的C D部分採用8 mm口徑。
- 4.由於洋菜在酸性物質中不會凝固，所以我們捨棄了原實驗中以稀硫酸為幫助導電用的電解質，而改用硝酸鉀、硝酸鈉等易解離之鹽類。另外，我們也捨棄了利用氯化鈉和氯化鉀水溶液的念頭，因為它們在電解時會產生黃綠色氯氣，而影響實驗觀察。
- 5.經實驗後發現，洋菜凝結成膠狀物後，以0.5%時，電解質在其中之效果最佳，高於0.5%時，則因黏滯力大，影響導電。  
注意：洋菜在0.25%左右時，凝固狀況不理想。
- 6.本實驗均在室溫下進行，若溫度升高，則會使膠狀洋菜溶解成液態。
- 7.在山字管兩端上方加 $KNO_3$ 溶液時，須以吸管慢慢注入，以免破壞洋菜表面。

【實驗二】改進重鉻酸銅在U形管中的導電實驗

(一)目的：觀察重鉻酸銅晶體( $CuCr_2O_7 \cdot 2H_2O$ )在山字管中解離後能產生兩種有色離子，而被陰陽兩極吸引。

(二)改進：  
1.器材方面：與實驗一相同(如圖二)

2.藥品方面：

- (1)山字管中所放置的硝酸鉀和洋菜溶液都與實驗一相同。
- (2)改用重鉻酸銅晶體取代1M重鉻酸銅混合尿素之水溶液。

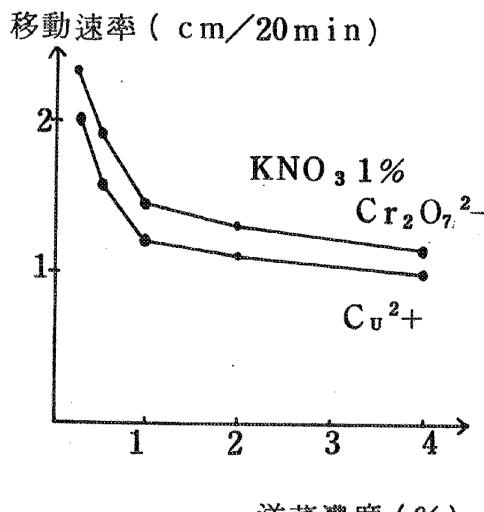
(三)實驗步驟：與實驗一相同，但記錄時須分 $Cu^{2+}$ ,  $Cr_2O_7^{2-}$ 二部

分，如表二。

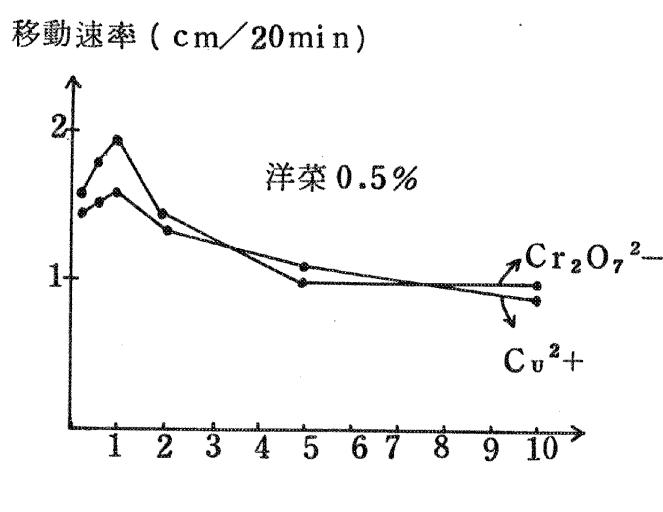
(四) 實驗結果：

表 二

離子移動速率 洋菜濃度 (cm/ $20\text{min}$ )	$\text{KNO}_3$ 濃度	0.1%	0.5%	1%	2%	5%	10%
		0.1%	0.5%	1%	2%	5%	10%
0.25 %	$\text{Cu}^{2+}$	—	1.8	2.0	1.5	1.3	1.2
	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	—	2.2	2.3	1.8	1.4	1.3
0.5 %	$\text{Cu}^{2+}$	1.4	1.5	1.6	1.3	1.1	0.9
	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	1.6	1.8	1.9	1.4	1.0	1.0
1 %	$\text{Cu}^{2+}$	1.0	1.1	1.2	0.9	0.8	0.7
	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	1.3	1.2	1.4	1.0	0.9	0.9
2 %	$\text{Cu}^{2+}$	0.9	1.0	1.1	0.8	0.7	0.6
	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	1.0	1.1	1.3	0.9	0.9	0.8
4 %	$\text{Cu}^{2+}$	0.8	0.9	1.0	0.6	0.5	0.4
	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	0.8	1.0	1.2	0.7	0.7	0.5



■ C



■ D

### (五) 實驗討論：

1. 以洋菜硝酸鉀當電解質的膠狀物較原實驗中控制鹽酸和重鉻酸銅尿素混合液之界面為理想。
2. 以重鉻酸銅晶體取代 0.1 M 重鉻酸銅溶液，使解離後的離子濃度變大，顏色加深，便於觀察。
3. 由於重鉻酸銅晶體，是直接在山字管的中間管加入，省略了配製時，以尿素增加比重的手續。
4.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  在鹼性中會產生  $\text{CrO}_4^{2-}$ ，故不要使用鹼性電解質，來幫助導電。
5. 由表二與圖 C、D 得知，洋菜濃度愈大，速率愈慢， $\text{KNO}_3$  以 1 % 時之速率最快。

## 五、結論

(一)課本中有關電解質導電的兩個實驗，往往在通電20伏特電壓下，通電30分鐘後，仍難有明顯效果。而且其中鹽酸溶液和重鉻酸銅尿素溶液的界面維持困難，本改良實驗僅以15伏特，20分鐘就有明顯效果。

(二)改良之後的實驗一、實驗二，不但統一了課本中兩個實驗的器材，而且減少了離子的擴散現象，使離子移動效果更趨明顯和容易觀察。

(三)做本實驗所須注意事項：

1. 洋菜在 0.5 %， $\text{KNO}_3$  在 1 % 時，導電效果最好。
2. 若使用於上課教學時，應提前配製洋菜溶液，倒入山字管和 U 形管中凝結。
3. 洋菜在酸中不易凝結，不要使用酸性電解質。

## 六、參考資料

國中化學第三冊 13—2，13—3。

## 評語

此作品係使用山字管替代U字管之有關過錳酸鉀及重鉻酸銅導電之改進實驗，由實驗裝置之改進，簡化實驗操作，頗有創造能力，研究態度尚稱積極，表達能力強，操作技術良好生動，文句通順達意編寫尚可，有教學參考價值。