

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高中-化學科

科 別：化 學 科

組 別：高 中 組

作品名稱：離形換影 - 探討離子移動的現象

關 鍵 詞：離 子、沉 澱、移動速率

編 號：040215

學校名稱：

國立臺中文華高級中學

作者姓名：

黃琬婷、詹慧慈、張益銓、黃昶碩

指導老師：

謝志仁、蔡家興



一、 摘要

在傳統的離子移動實驗中，我們常以濾紙當做離子移動的界面，但實驗過程卻不盡理想。另一方面，根據文獻資料提到，其實洋菜膠也可當做離子移動的界面，因此我們便嘗試尋找一種適合離子移動的界面來探討離子的移動速率及相關實驗 - - 我們找到最適合離子移動的界面及條件是：2%的洋菜膠含有 0.05M 的硝酸鉀溶液，在 12V 的電壓下進行，離子溶液的濃度採用 0.50M。並且，藉此實驗我們亦可探討許多不同的變因及影響，找出最適合的實驗模式，加以應用在課本的實驗中。

二、研究動機

傳統的離子移動實驗常以濾紙當界面，來觀察離子移動的情形。在高一基礎化學第三章的過錳酸鉀導電實驗，觀察實驗結果發現紫紅色的過錳酸根離子，在潤濕的濾紙上移動情形並不明顯，加上擴散的因素和濾紙容易變乾，使得結果並不理想。於是我們根據文獻想以洋菜膠來取代濾紙充當離子移動時的界面。結合二年級上學期學過的沉澱反應，利用離子在洋菜膠中移動的結果，當特定的陰陽離子接觸時，便會產生有顏色的沉澱物。一方面可證明離子確實在洋菜膠中移動而且形成沉澱物；另一方面也藉由沉澱物形成時，測量陰陽離子在洋菜膠中移動的距離，以探討陰陽離子在洋菜膠電場中移動的速率，會受到哪些因素的影響而改變。

三、研究目的

- (一) 改變洋菜膠的濃度時對離子移動速率的影響。
- (二) 改變洋菜膠中電解液的濃度時對離子移動速率的影響。
- (三) 改變電壓的大小對離子移動速率的影響。
- (四) 尋找陰陽離子在洋菜膠中移動的最佳條件。

四、研究設備器材

(一)重複課本過錳酸鉀導電實驗使用器材

1.藥品：

- | | | |
|---------------|------|-------|
| (1) 過錳酸鉀晶體 | 500g | 1 瓶 |
| (2) 0.05M 稀硫酸 | | 200mL |

2.器材：

- | | | |
|-------------|---------|-----|
| (1) 濾紙 | 11cm | 1 盒 |
| (2) 刮勺 | | 2 支 |
| (3) 載玻片 | 6 x 2cm | 2 片 |
| (4) 直流電源供應器 | 0-250V | 1 組 |
| (5) 鱷魚夾導線 | | 2 組 |

(二)製造洋菜膠使用器材

1.藥品：

- | | | |
|-----------|------|-----|
| (1) 洋菜粉 | 500g | 1 瓶 |
| (2) 硝酸鉀晶體 | 500g | 1 瓶 |
| (3) 蒸餾水 | | 數公升 |
| (4) 電子天秤 | | 1 台 |

2.器材：

- | | | |
|-------------|-----------|-------|
| (1) 秤藥紙 | | 1 疊 |
| (2) 量筒 | 50、100mL | 各 1 個 |
| (3) 燒杯 | 100、200mL | 各 1 個 |
| (4) 電磁加熱攪拌器 | | 1 組 |
| (5) 配膠槽 | | 1 組 |

(三)電泳時使用器材

1.藥品：

- | | | |
|-----------------|--|-------|
| (1) 0.50M 碘化鉀溶液 | | 50 mL |
|-----------------|--|-------|

(2) 0.50M 硝酸鉛溶液 50 mL

(3) 蒸餾水

2. 器材：

(1) 白金絲	8 cm	2 段
(2) 玻璃片	12 x 12cm	12 片
(3) 碼錶		2 只
(4) 直流電源供應器		12V
(5) 鱷魚夾導線		4 組
(6) 微量滴管		1 支
(7) 塑膠接頭		10 支

五、研究過程或方法

(一) 重複高一基礎化學第三章過錳酸鉀導電的實驗的步驟

1. 把濾紙剪成和顯微鏡載玻片一樣大小的紙條，放在載玻片上。
2. 用 0.05M 稀硫酸滴在紙上，使它與載玻片黏貼，並將紙條潤濕。
3. 用兩條導線上的銅夾，分別夾住載玻片和紙條的兩端，並使導線與直流電源相連接。如圖 1。最後在紙條中央放一小粒過錳酸鉀晶體。

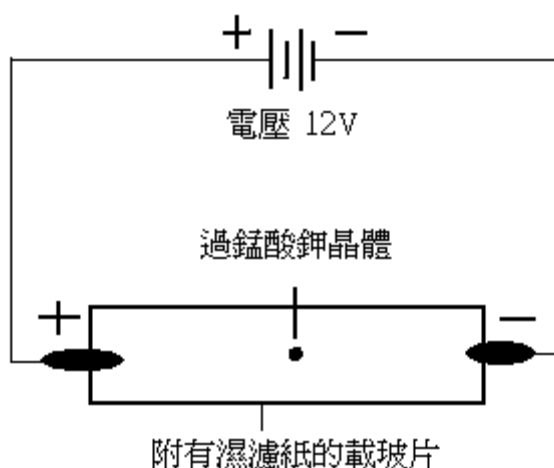


圖 1

4. 通電 12V，數分鐘後，觀察紫紅色的過錳酸根向哪一極游動。
5. 將兩個銅夾交換位置，使陰、陽兩極交換，再作相同實驗，看看紫紅色向哪一極游動？

(二) 改用洋菜膠當作離子移動的界面

1. 配置含有 0.10M 硝酸鉀溶液的洋菜膠 (2%)

- (1) 分別秤取 3 克的洋菜粉和 1.5 克的硝酸鉀晶體倒入 500 mL 的燒杯中，再加入蒸餾水至 150 mL 的刻度以及放入磁棒攪拌。
- (2) 將燒杯放在電磁加熱攪拌器上一邊加熱一邊攪拌，直到煮沸時，再將燒杯移開，在室溫冷卻。
- (3) 當溫度降到約 65°C 時，將溶液倒入配膠槽中，使其冷卻凝固。配膠槽的裝置如圖 2。



圖 2

- (4) 等到洋菜膠冷卻後，將配膠槽上的梳子輕輕拔起，再將洋菜膠切割成含有六個孔的洋菜膠，洋菜膠大小約 $7 \times 2.5 \text{ cm}$ ，如圖 3。

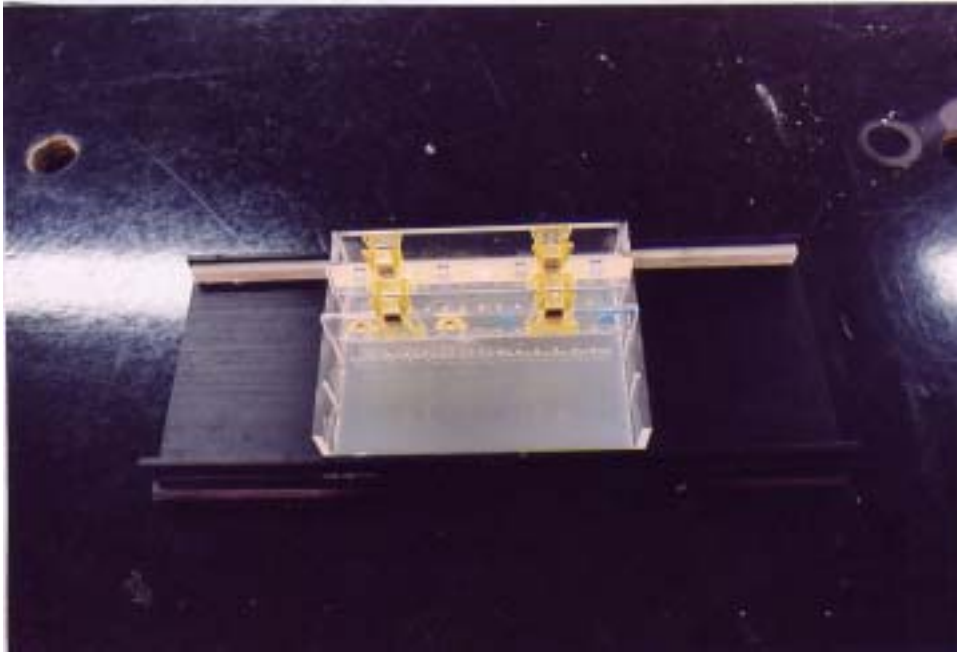


圖 3

- (5) 另外若要配置不同的硝酸鉀濃度($0.05 \sim 0.20 \text{ M}$)和不同的洋菜膠重量百分比 ($1 \sim 3\%$)，改變硝酸鉀和洋菜粉的克數即可，再加蒸餾水至 150 mL 。

2. 離子在洋菜膠中電泳的裝置、步驟和記錄

- (1) 調整電源供應器上的電壓數，連接電源供應器的導線兩端鱷魚夾，分別夾住一段白金絲 (6 cm) 當電極。

- (2) 將白金絲橫插入在玻璃片上的洋菜膠中，分別距離洋菜膠上的孔約 1cm。如圖 4。

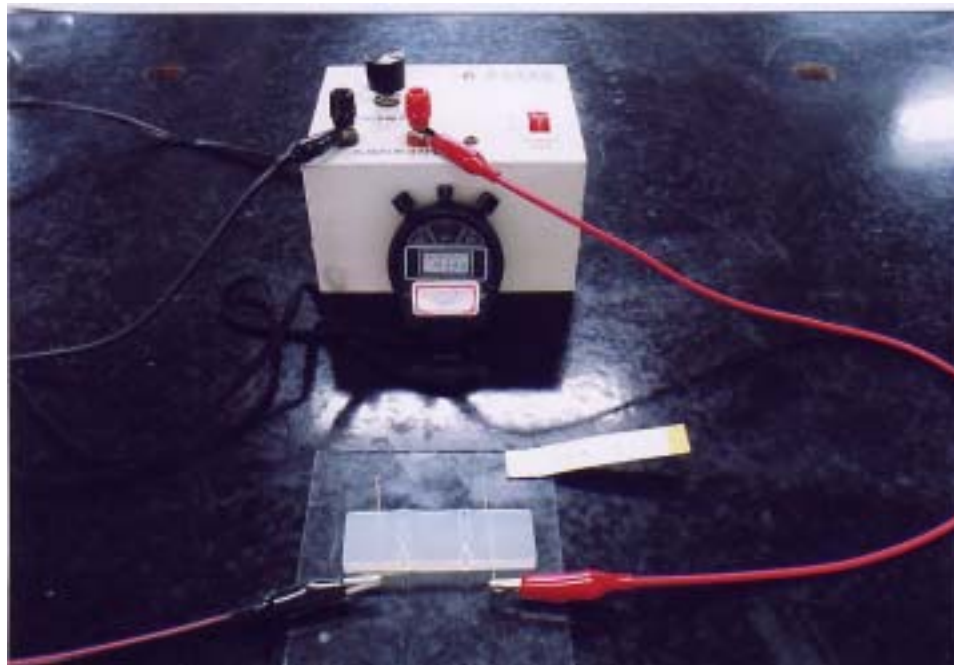


圖 4

- (3) 取 0.5M 碘化鉀溶液 20 μL 滴入靠近陰極的孔，再取 0.5M 硝酸鉛溶液 20 μL 滴入靠近陽極的孔後，同時按下電源供應器開關和計時器。
- (4) 當碘離子與鉛離子接觸時，立即產生肉眼可見的黃色沉澱(PbI_2)，此時立即停止計時和關掉電源，再以量尺測量沉澱物與兩孔的距離，記錄時間與距離於表格中。

- (5) 另外不同的電解液濃度(0.05~0.20 M)和洋菜膠重量百分比，電泳連接裝置皆與圖 4 相同，將數據記錄於表格中。

(三) 影響碘離子、鉛離子在洋菜膠中移動因素的探討

1. 此次探討碘離子和鉛離子在洋菜膠裡移動的速率，控制的變因有三項，分別是
 - (1) 洋菜膠的濃度 (1%、2%、3%)
 - (2) 洋菜膠裡電解液 KNO_3 的濃度 (0.05M、0.10M、 0.20M)
 - (3) 電壓 (9V、12V)
2. 每次實驗固定二項變因，而改變一項變因。例如將電解液濃度定為 0.05M、電壓定為 9V 時，依序跑不同的濃度的洋菜膠(1%、2%、3%)，如表一的數據，其他變因的探討同上述的方法。
3. 每個變因的原始實驗數據有 4~5 個，我們取其中三個相近的數據填入表中，離子移動距離的量測採用一般的鐵尺，最小刻度是 0.5 公分，因此紀錄的數值是取到小數第二位，至於時間的量測是採用碼錶，紀錄的數值是取到秒。

4. 離子移動速率的單位是採用(mm/min)，因為若以 (cm/min)為單位，數值較小不易判別，平均移動速率是三個移動速率的平均值。

表 1：0.05M KNO₃，電壓 9V 下，洋菜膠濃度對離子移動速率的影響

電解液 (KNO ₃)	電壓	洋菜膠重量百分 比	碘離子(I ⁻) 移動距離 (cm)	鉛離子(Pb ²⁺) 移動距離 (cm)	洋菜膠上出 現碘化鉛 沉澱時間	碘離子(I ⁻) 移動速率 (mm/min)	鉛離子(Pb ²⁺) 移動速率 (mm/min)
0.05M	9V	1%	1.30	1.05	14 分 45 秒	0.88	0.71
0.05M	9V	1%	1.25	1.10	14 分 55 秒	0.84	0.74
0.05M	9V	1%	1.25	1.10	15 分 00 秒	0.83	0.73
平均移動速率							
0.05M	9V	2%	1.35	1.00	16 分 45 秒	0.81	0.60
0.05M	9V	2%	1.3	1.05	16 分 41 秒	0.78	0.63
0.05M	9V	2%	1.3	1.05	16 分 47 秒	0.77	0.63
平均移動速率							
0.05M	9V	3%	1.3	1.05	18 分 35 秒	0.70	0.57
0.05M	9V	3%	1.30	1.05	17 分 33 秒	0.74	0.60
0.05M	9V	3%	1.30	1.05	17 分 48 秒	0.73	0.59
平均移動速率							
						0.72	0.59

表 2：0.05M KNO₃，電壓 12V 下，洋菜膠濃度對離子移動速率的影響

電解液 (KNO ₃)	電壓	洋菜膠重量百分比	碘離子(I ⁻) 移動距離 (cm)	鉛離子(Pb ²⁺) 移動距離 (cm)	洋菜膠上出 現碘化鉛 沉澱時間	碘離子(I ⁻) 移動速率 (mm/min)	鉛離子(Pb ²⁺) 移動速率 (mm/min)
0.05M	12V	1%	1.25	1.10	8 分 32 秒	1.47	1.29
0.05M	12V	1%	1.25	1.10	9 分 08 秒	1.37	1.20
0.05M	12V	1%	1.30	1.05	8 分 52 秒	1.47	1.19
平均移動速率						1.43	1.23
0.05M	12V	2%	1.35	1.00	9 分 45 秒	1.28	1.13
0.05M	12V	2%	1.3	1.05	9 分 19 秒	1.34	1.18
0.05M	12V	2%	1.3	1.05	10 分 08 秒	1.28	1.04
平均移動速率						1.30	1.12
0.05M	12V	3%	1.3	1.05	10 分 12 秒	1.27	1.03
0.05M	12V	3%	1.30	1.05	10 分 46 秒	1.16	1.02
0.05M	12V	3%	1.30	1.05	10 分 05 秒	1.29	1.04
平均移動速率						1.24	1.03

表 3：0.10M KNO₃，電壓 9V 下，洋菜膠濃度對離子移動速率的影響

電解液 (KNO ₃)	電壓	洋菜膠重量百分比	碘離子(I ⁻) 移動距離 (cm)	鉛離子(Pb ²⁺) 移動距離 (cm)	洋菜膠上出現 碘化鉛 沉澱時間	碘離子(I ⁻) 移動速率 (mm/min)	鉛離子(Pb ²⁺) 移動速率 (mm/min)
0.1M	9V	1%	1.30	1.05	16 分 37 秒	0.78	0.63
0.1M	9V	1%	1.35	1.00	16 分 23 秒	0.82	0.61
0.1M	9V	1%	1.35	1.00	16 分 48 秒	0.80	0.60
平均移動速率							0.61
0.1M	9V	2%	1.35	1.00	17 分 34 秒	0.77	0.57
0.1M	9V	2%	1.35	1.00	17 分 38 秒	0.74	0.57
0.1M	9V	2%	1.30	1.05	17 分 44 秒	0.73	0.59
平均移動速率							0.58
0.1M	9V	3%	1.30	1.05	19 分 12 秒	0.68	0.55
0.1M	9V	3%	1.30	1.05	18 分 23 秒	0.71	0.57
0.1M	9V	3%	1.35	1.00	18 分 57 秒	0.71	0.53
平均移動速率							0.55

表 4：0.10M KNO₃，電壓 12V 下，洋菜膠濃度對離子移動速率的影響

電解液 (KNO ₃)	電壓	洋菜膠重量百分比	碘離子(I ⁻) 移動距離 (cm)	鉛離子(Pb ²⁺) 移動距離 (cm)	洋菜膠上出 現碘化鉛 沉澱時間	碘離子(I ⁻) 移動速率 (mm/min)	鉛離子(Pb ²⁺) 移動速率 (mm/min)
0.1M	12V	1%	1.30	1.05	10 分 00 秒	1.30	1.05
0.1M	12V	1%	1.25	1.10	10 分 08 秒	1.23	1.09
0.1M	12V	1%	1.40	0.95	10 分 04 秒	1.39	0.94
平均移動速率							1.03
0.1M	12V	2%	1.25	1.10	9 分 20 秒	1.34	1.18
0.1M	12V	2%	1.25	1.10	9 分 34 秒	1.31	1.15
0.1M	12V	2%	1.30	1.05	10 分 32 秒	1.23	1.00
平均移動速率							1.29
0.1M	12V	3%	1.25	1.10	11 分 17 秒	1.11	0.98
0.1M	12V	3%	1.35	1.00	11 分 41 秒	1.16	0.86
0.1M	12V	3%	1.30	1.05	11 分 41 秒	1.11	0.90
平均移動速率							1.13
平均移動速率							0.91

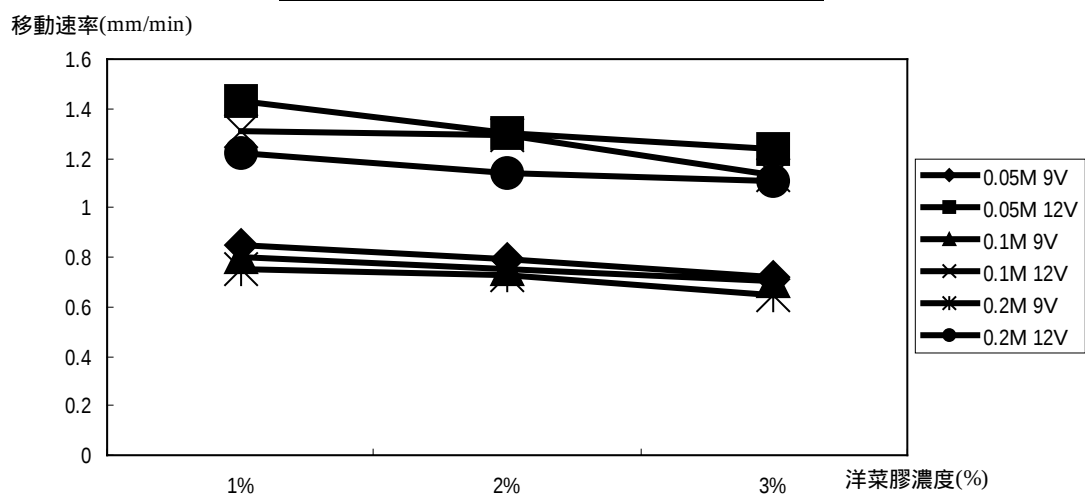
表 5：0.20M KNO₃，電壓 9V 下，洋菜膠濃度對離子移動速率的影響

電解液 (KNO ₃)	電壓	洋菜膠重量百分比	碘離子(I ⁻) 移動距離 (cm)	鉛離子(Pb ²⁺) 移動距離 (cm)	洋菜膠上出現 碘化鉛 沉澱時間	碘離子(I ⁻) 移動速率 (mm/min)	鉛離子(Pb ²⁺) 移動速率 (mm/min)
0.2M	9V	1%	1.35	1.00	18 分 24 秒	0.73	0.54
0.2M	9V	1%	1.35	1.00	17 分 19 秒	0.78	0.58
0.2M	9V	1%	1.35	1.00	18 分 02 秒	0.75	0.56
平均移動速率							0.56
0.2M	9V	2%	1.30	1.05	17 分 57 秒	0.72	0.58
0.2M	9V	2%	1.30	1.05	18 分 02 秒	0.72	0.58
0.2M	9V	2%	1.35	1.00	18 分 28 秒	0.73	0.54
平均移動速率							0.73
0.2M	9V	3%	1.35	1.00	20 分 24 秒	0.66	0.49
0.2M	9V	3%	1.35	1.00	20 分 35 秒	0.66	0.49
0.2M	9V	3%	1.30	1.05	20 分 11 秒	0.64	0.52
平均移動速率							0.65
平均移動速率							0.5

表 6 : 0.20M KNO₃ , 電壓 12V 下 , 洋菜膠濃度對離子移動速率的影響

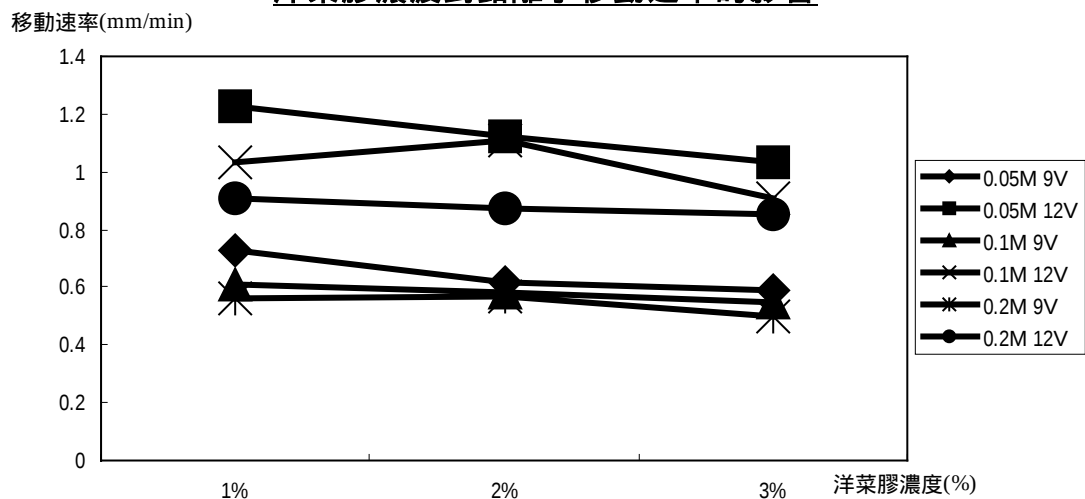
電解液 (KNO ₃)	電壓	洋菜膠重量百分比	碘離子(I ⁻) 移動距離 (cm)	鉛離子(Pb ²⁺) 移動距離 (cm)	洋菜膠上出現 碘化鉛 沉澱時間	碘離子(I ⁻) 移動速率 (mm/min)	鉛離子(Pb ²⁺) 移動速率 (mm/min)
0.2M	12V	1%	1.40	0.95	11 分 30 秒	1.22	0.83
0.2M	12V	1%	1.30	1.05	10 分 40 秒	1.22	0.98
0.2M	12V	1%	1.35	1.00	10 分 55 秒	1.24	0.92
平均移動速率							0.91
0.2M	12V	2%	1.35	1.00	11 分 59 秒	1.13	0.83
0.2M	12V	2%	1.30	1.05	11 分 34 秒	1.12	0.91
0.2M	12V	2%	1.35	1.00	11 分 37 秒	1.16	0.86
平均移動速率							0.87
0.2M	12V	3%	1.30	1.05	11 分 37 秒	1.12	0.90
0.2M	12V	3%	1.35	1.00	11 分 57 秒	1.13	0.84
0.2M	12V	3%	1.35	1.00	12 分 27 秒	1.08	0.80
平均移動速率							0.85

洋菜膠濃度對碘離子移動速率的影響



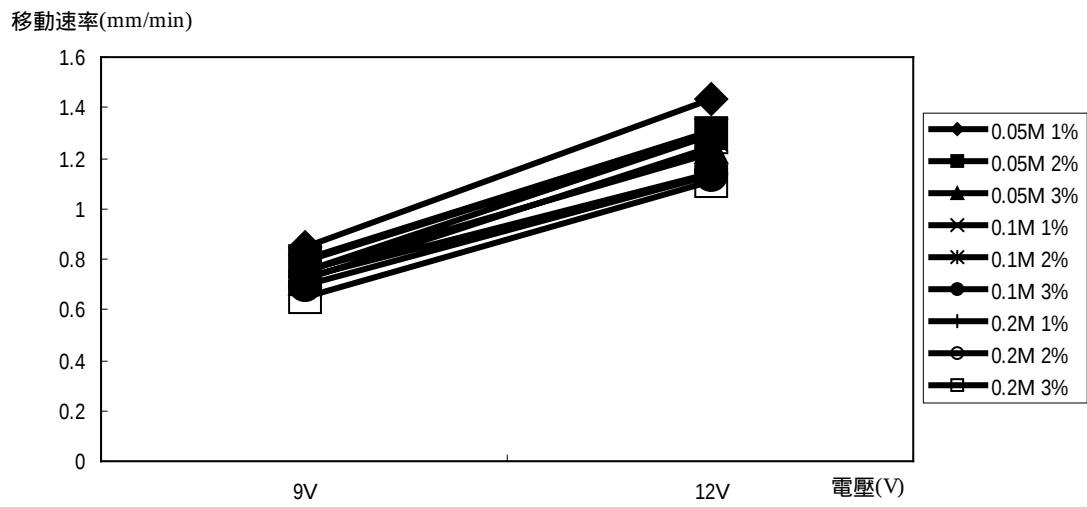
圖一

洋菜膠濃度對鉛離子移動速率的影響



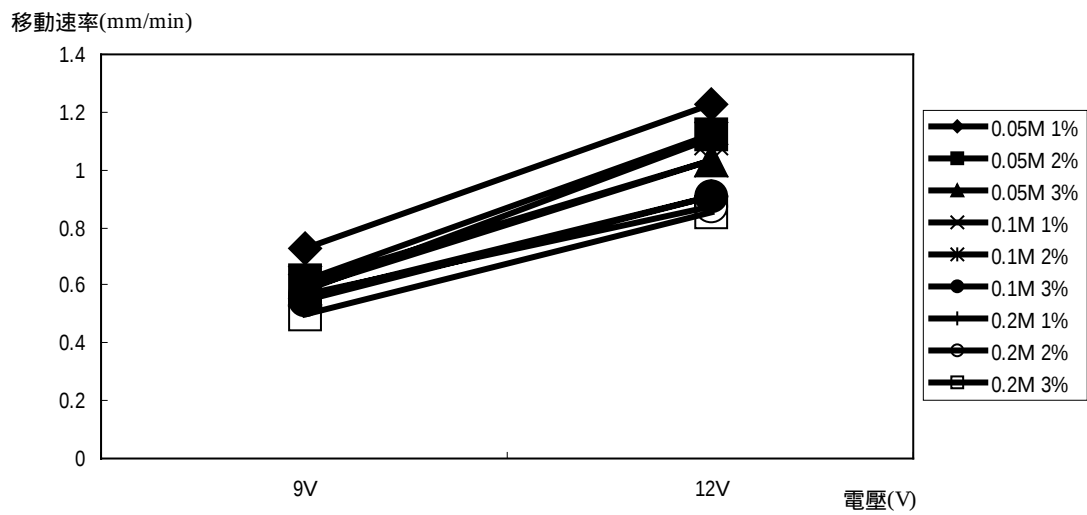
圖二

電壓對碘離子濃度的影響



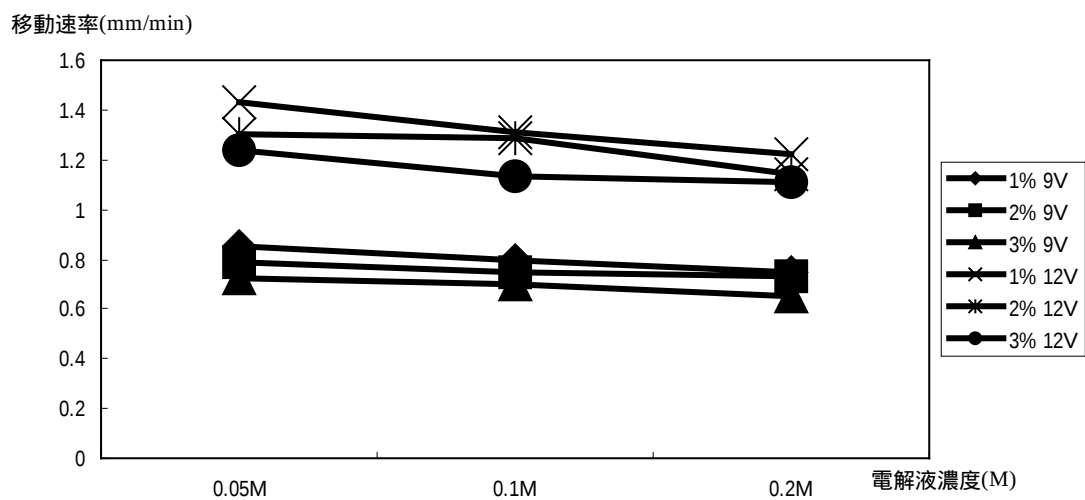
圖三

電壓對鉛離子移動的影響



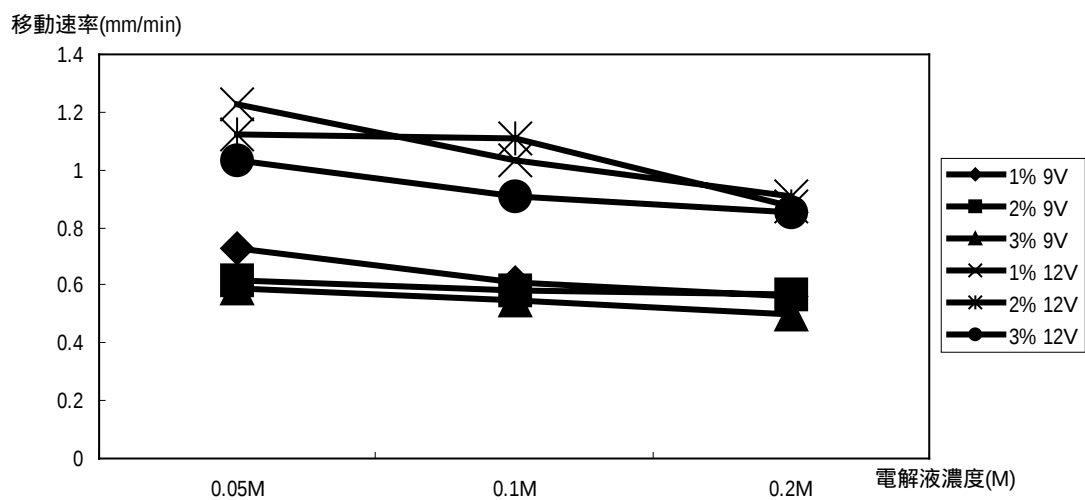
圖四

電解液濃度對碘離子移動速率的影響



圖五

電解液濃度對鉛離子移動速率的影響



圖六

六、研究結果

(一) 過錳酸鉀導電的實驗結果如圖 5，以電壓 12V，通 20 分鐘後，可以看出過錳酸根離子往正極移動，但通電約 30 分鐘後，濾紙上的稀硫酸已經蒸乾了，濾紙上離子的顏色轉為紅棕色。對照組的結果如圖 6。

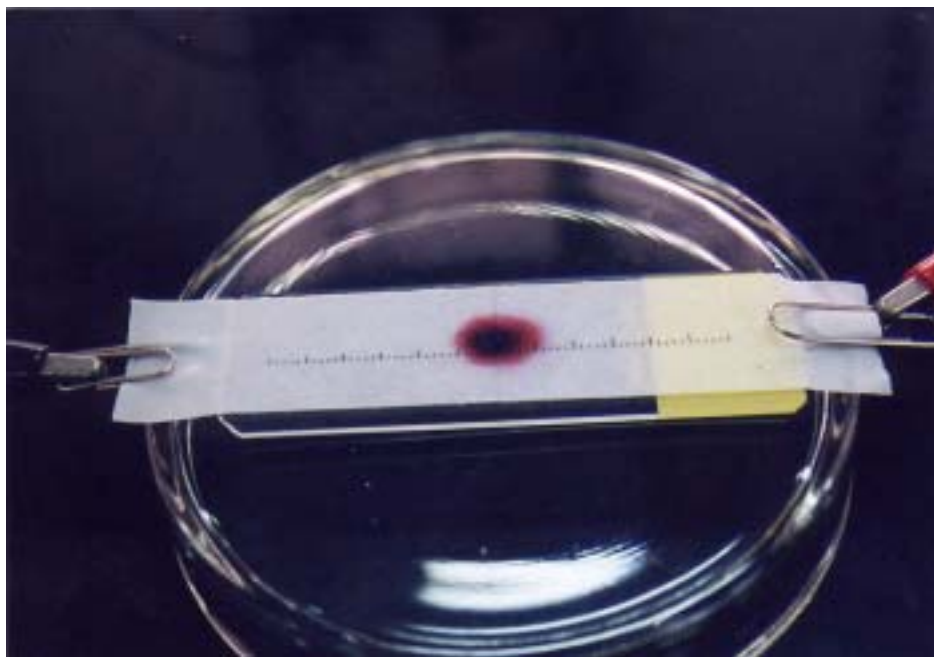


圖 5

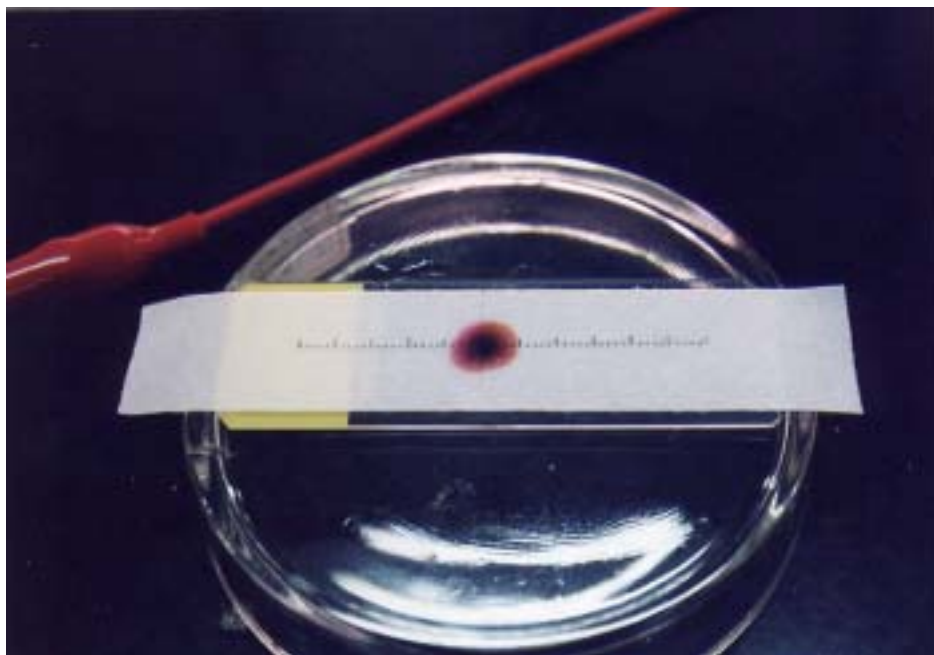


圖 6

(二) 離子在洋菜膠裡移動的數據，記錄於表 1~6

七、討論

(一) 建立此實驗的歷程

1. 從重複高一基礎化學-過錳酸鉀導電實驗的啟示：

發現過錳酸鉀晶體一接觸含有稀硫酸濕潤的濾紙極易擴散開來,而且在通電過程中濾紙上的稀硫酸溶液內的水份逐漸被蒸發,雖然可以看出紫紅色的過錳酸根離子往正極移動,但是覺得離子晶體在濾紙上很容易暈開擴散,導致實驗觀察並不理想,起初想如何去改良實驗。因此,我們試著改用兩或三張濾紙當介面,而且在通電時以培養皿蓋住濾紙以降低濾紙蒸發的速度,雖然結果改善了,但我們思考是否有其他的物質可以取代濾紙做為離子移動的介面。從文獻(參考資料 2)中我們知道銅離子在濾紙上快速移動的現象,也得知洋菜膠可以當作離子移動的介面,雖然文獻中提到由於洋菜膠的黏稠度較高,使得離子移動的速度不像濾紙上來的快速,但是我們推測雖然洋菜膠的黏稠度高可能會阻礙離子的移動,另一方面是不是也有使離子較不易擴散的可能。因此,我們花了許多時間,搜索出一個適當的洋菜膠介面來觀察離子移動

的現象。

2. 科展的困頓期：

從 1 月初，我們開始嘗試一些方法想建立以洋菜膠為離子移動的介面。我們曾經以稀硫酸當導電液，可是洋菜膠溶液倒入配膠槽時卻無法凝固，接著嘗試以氯化銨或硝酸鉀當導電液後洋菜膠即可凝固，我們試了幾種離子跑洋菜膠如： $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ 、 $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$ 、 $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ 、 $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ 有些離子溶液滴入膠孔中，通電數分鐘後便發現膠孔慢慢垮掉，更談不上通電。有些離子勉強可用，便以銅片當電極放在洋菜膠兩端，通電不久後，發現洋菜膠與銅片接觸的地方可能因熱而液化。後來我們找到某屆科展也是利用洋菜膠為介面來看離子的移動情形。我們遵照他們的方法，將銅片橫插入膠體中與膠孔平行，可是通電後，發現膠體溶解的更快，而且陽極的銅片也被電解而釋出大量的銅離子 ($\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$)，幾乎將半片的膠體染成藍色，實驗再度失敗，後來我們改用白金絲當作電極，實驗有了轉變。

3. 建立了實驗模式-以洋菜膠當離子移動的介面：我們

選用了以硝酸鉀溶液(0.10M)當作膠體的導電液，因為硝酸鉀溶液是中性，在離子的選擇上我們選用了碘化鉀(KI)和硝酸鉛($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)，以白金絲為電極。雖然碘化鉀溶液和硝酸鉛溶液皆是無色，但是只要兩者一接觸，立即生成黃色沉澱，當第一次在洋菜膠裡看見有黃色沉澱時，就像是黃色的奇蹟，振奮了我們大家，也展開了我們另一階段的探索之旅，想進一步探討有哪些因素會影響離子在洋菜膠體移動的情形。

(二) 首先我們擬定三個可能會影響離子移動的因素，分別有：電解液濃度、洋菜膠濃度、電壓。每次實驗我們固定兩個變因，以探討另一個變因對離子移動的影響共整理出數據表 1~6

1. 根據表 1,2 的結果，得知離子在洋菜膠中移動的速率會隨著洋菜膠濃度的增加而減慢，與我們預期的相符。以 0.05M KNO_3 9V 下 1% 和 3%的洋菜膠裡碘離子的移動速率分別是 0.85，0.72。鉛離子的移動速率分別是 0.73，0.59。但是移動速率差距並不大。從圖，約可看出離子移動速率和洋菜膠濃度有

線性關係，也許實驗中洋菜膠的變因不夠多，因此此推論尚待進一步實驗。

2. 根據表 1, 3, 5 的結果，得知離子移動的速率隨著導電液(以 0.05~0.20M 實驗的結果)濃度的增加而減慢以 12V，3%的洋菜膠下，0.05M、0.10M、0.20M 導電液碘離子的移動速率分別是 1.24，1.13，1.11，再以 9V、2%的洋菜膠下，三種濃度下鉛離子的數值分別是 0.62，0.58，0.57，其他的數據也顯示導電液的濃度對離子移動速率確實有影響，但差異也是不明顯，從此處也可以推論得知濃度較高的導電液反而阻礙了離子的移動。
3. 根據表 1~6 得知離子的移動受到電壓改變的影響很大，以 0.10M KNO_3 ，2%洋菜膠，碘離子在 9V 和 12V 的移動速率分別是 0.75，1.29；0.05M KNO_3 ，1%洋菜膠，鉛離子在 9V 和 12V 的移動速率分別是 0.73，1.23 其他數據也證明了電壓大小對離子在膠體中移動的影響確實比另外兩個因素大許多。
4. 從數據中我們都得到碘離子的移動速率比鉛快，雖然鉛離子(原子量 207.2)是+2 價，碘離子(原子量

126.9)是-1 價，是否由於原子量的大小比電荷的影響來的大，有待進一步研究。

5. 表 4 中 0.10M I^- ，12V，2%的洋菜膠測得的移動速率偏高可能的原因有人為量測距離和計時的誤差以及離子本身在 1%和 2%的膠體中差異很小。
6. 此實驗我們探討的變因只有三項，另外尚待研究的變因有陰陽離子的濃度和不同的導電液。
7. 至於變因項目當中的電壓，本實驗中為何只採用 9V 和 12V。原因是採用 6V 時離子移動的產生沉澱時間太長(約 45 分鐘 此數據並未呈現) 產生的沉澱線也不漂亮，加上時間太長可能也會受到擴散的影響。另外 15V 時由於電壓稍高，導致白金絲接觸膠體的部分溶解較快，因而電壓的變因只採用 9V 和 12V 是有以上的考量。
8. 當碘離子和鉛離子在膠體中產生黃色沉澱後，將膠體放在室溫下，一段時間後發現在黃色沉澱線靠近碘離子端有出現接近紅棕色的區域(如圖)，是否 I^- 形成了 I_3^- 的錯合物所呈現的顏色，尚待進一步研究。
9. 離子的移動方向受磁場影響程度如何，也是我們想

進一步探討的項目之一。

八、結論

從實驗的過程和結果，我們得知離子在洋菜膠體中移動的速率不像在濾紙上快速，但也因為它的黏稠性高，造成離子不易擴散，實驗結果的穩定性和再現性也很高，以本實驗而言可以得知：

- (一) 離子移動的速率會隨著洋菜膠濃度增加而減慢
- (二) 離子移動的速率會隨著導電液濃度增加而減慢
- (三) 離子移動的速率會隨著電壓的增加而加快，當中以 0.05M 的硝酸鉀為洋菜膠體的導電液是不錯的選擇，在此濃度下，離子移動的速率較其他兩種濃度快，另外洋菜膠體的選擇以 2%或 3%皆可，因為 1%的膠體太軟，實驗過程必須相當謹慎，否則膠體容易斷裂，就得重新配膠，採用的電壓以 12V 較 9V 佳。一方面是移動時間約可縮短一半，另一方面得到的數據也較佳(從圖一至圖六可發現 12V 比 9V 的線性關係佳)。
- (四) 未來若要觀察離子移動的證據或安排在實驗活動中，可以採用 2%的洋菜膠含有 0.05M 的硝酸鉀溶液，在 12V 的電壓下進行，離子溶液的濃度採用 0.50M，不到 10

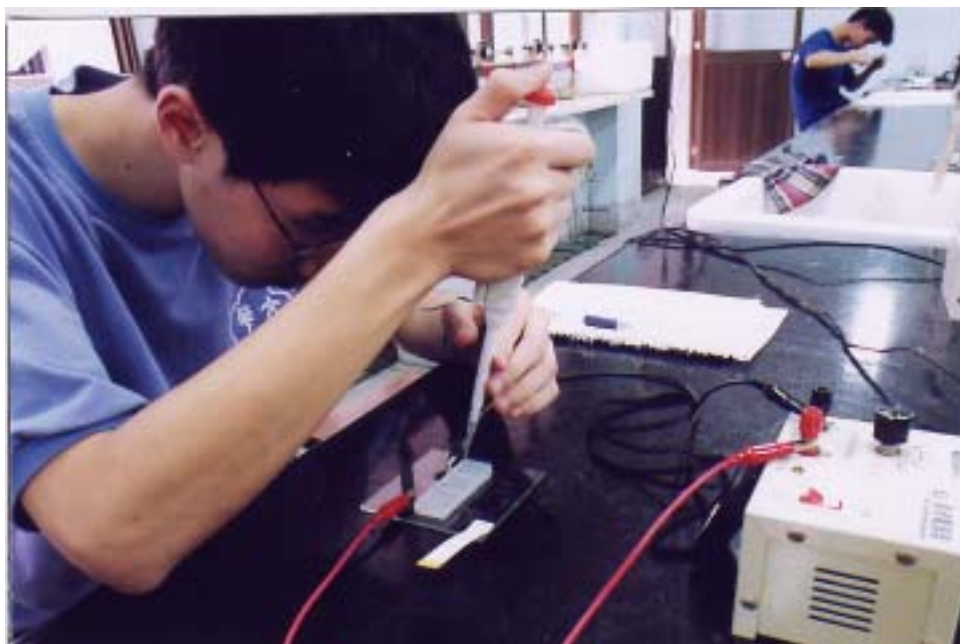
分鐘就可得到神奇的黃色沉澱物。所以用上述條件來觀察離子的移動是不錯的選擇。

九、參考資料及其他

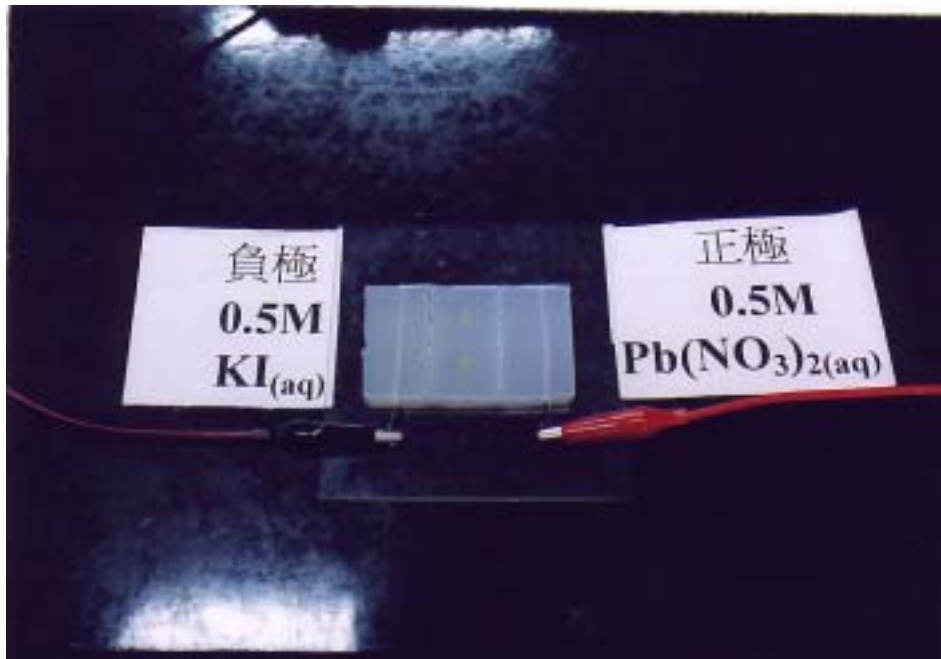
(一) 參考資料

1. 翁春和主編：高一基礎化學 台南市：南一書局 民九十年八月修訂版 74-75 頁
2. Journal of Chemical Education , 2001 , Vol.78 , No.2 : p207~209
3. 台灣省第四十一屆第三區中小學科展作品 作品名稱：我們玩陰

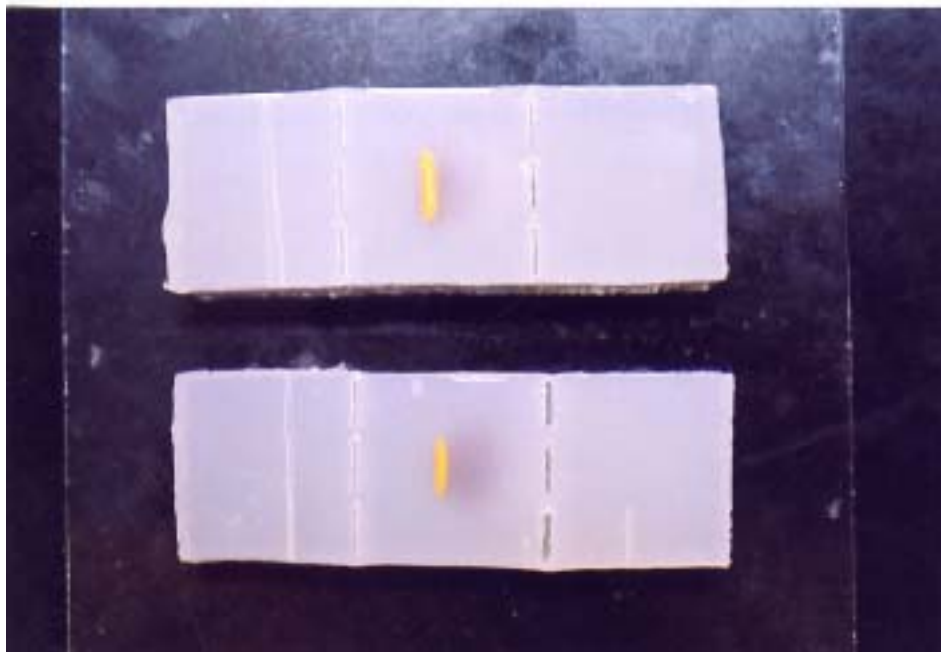
(二) 實驗照片



本實驗研究過程之一：使用微量滴管將離子溶液滴入膠孔中



實驗結果：洋菜膠裡出現黃色的沉殿物



實驗結果：靜置一段時間後，黃色沉殿物周圍出現紅棕色的區塊