

# 鹽橋的種類、濃度、溫度對電流的影響

## 國中組化學第三名

高雄市三民國民中學

作者：邱惠燕等三名  
指導老師：李一民 林美妙

### 一、製作動機：

在國中第三冊 14—3 的實驗裏，提到鹽橋的濃度為 0.1M，且使用強電解質。我們知道強電解質是因其具有幾乎完全解離的特性，故一般皆用強電解質來使用，但為什麼濃度要配 0.1 M 之  $KCl$ ， $KNO_3$ ，且在室溫下操作，難道各種濃度的強電解質不能使用嗎？其效果又是如何？因而請教老師，並進而尋求解答的實驗。

### 二、製作目的：

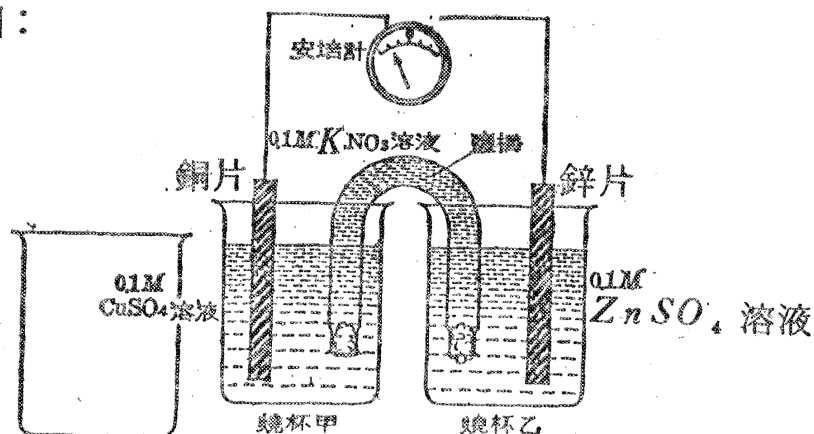
因為鹽橋可溝通電流，因此我們用電流的關係來作下列的實驗：

1. 不同濃度的  $KNO_3$ ， $KCl$  對電流的影響。
2. 不同種類的強電解質對電流的影響。
3. 不同溫度，但同一濃度的強電解質對電流的影響。
4. 非鹽類之強電解質是否亦能產生電流。

### 三、器材、藥品：

$KCl$ ， $KNO_3$ ， $CaCl_2$ ， $NaCl$ ， $AgNO_3$ ， $ZnSO_4$   
 $CuSO_4$ ， $KOH$ ， $NaOH$ ， $HCl$ ， $Ba(OH)_2$  三用電錶、乾燥管、恒溫槽、廣用夾、鋅片、銅片、燒杯。

### 四、安置圖：



## 五、製作過程：

### 1 不同濃度的 $\text{KNO}_3$ , $\text{KCl}$ 對電流的影響：

(1)配 0.01M , 0.05M , 0.1M , 0.25M , 0.5M , 0.75M  
1M , 1.25M , 1.5M , 1.75M , 2M , 2.5M , 3M 的  
 $\text{KNO}_3$  與  $\text{KCl}$  各 50 ml , 並各加 0.5 g 之 agar gel 加熱至  
沸騰, 並使其自然冷卻。

(2)配 0.1M 之  $\text{ZnSO}_4$  ,  $\text{CuSO}_4$  溶液分別為陽、陰極之電解液  
，並以 Zn , Cu 板為陽陰極。

(3)接電路以三用電錶測電流、電壓。

### 2 不同溫度的 $\text{KNO}_3$ , $\text{KCl}$ 對電流的影響：

(1)取 0.1M , 0.5M , 1M , 1.25M 之  $\text{KNO}_3$  ,  $\text{KCl}$  各 50 ml  
及兩杯電解液置於恒溫槽中, 分別測出其在 60 °C , 55 °C ,  
50 °C , 45 °C , 40 °C , 35 °C , 30 °C , 25 °C , 20 °C 之溫  
度下電流的大小。

### 3 同濃度不同種類之鹽類對電流的影響：

(1)配 1M 之  $\text{KCl}$  ,  $\text{CaCl}_2$  ,  $\text{KNO}_3$  ,  $\text{NaCl}$  ,  $\text{AgNO}_3$  做為鹽  
橋, 分別測其電流之大小。

### 4 非鹽類之強電解質做橋樑之電流測定：

(1)取 1M ,  $\text{KOH}$  ,  $\text{NaOH}$  ,  $\text{HCl}$  ,  $\text{Ba(OH)}_2$  做橋樑分別測  
電流之大小。

## 六、結果：

表一 各種濃度的  $KNO_3$  在  $20^\circ C$  時與電流的關係

濃度 \ 次數 電流	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均值
0.01	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
0.05	0.61	0.61	0.60	0.63	0.60	0.63	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.62	0.61
0.10	0.76	0.77	0.77	0.77	0.78	0.77	0.77	0.78	0.77	0.77	0.76	0.77	0.77
0.25	0.87	0.86	0.86	0.87	0.85	0.86	0.86	0.86	0.87	0.86	0.87	0.86	0.86
0.50	1.21	1.23	1.23	1.23	1.25	1.22	1.23	1.22	1.23	1.23	1.23	1.22	1.23
0.75	1.20	1.19	1.17	1.18	1.19	1.19	1.19	1.17	1.20	1.18	1.19	1.18	1.19
1.00	1.88	1.89	1.89	1.88	1.91	1.89	1.90	1.90	1.91	1.89	1.90	1.89	1.89
1.25	1.37	1.35	1.35	1.35	1.34	1.37	1.35	1.36	1.35	1.35	1.34	1.33	1.35
1.50	0.87	0.85	0.86	0.86	0.86	0.85	0.85	0.86	0.85	0.87	0.86	0.85	0.86
2.00	1.73	1.74	1.74	1.73	1.75	1.75	1.73	1.74	1.74	1.75	1.73	1.74	1.74
2.50	1.43	1.41	1.40	1.42	1.38	1.40	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.40	1.41
3.00	1.59	1.57	1.58	1.59	1.59	1.57	1.59	1.56	1.59	1.59	1.58	1.59	1.58

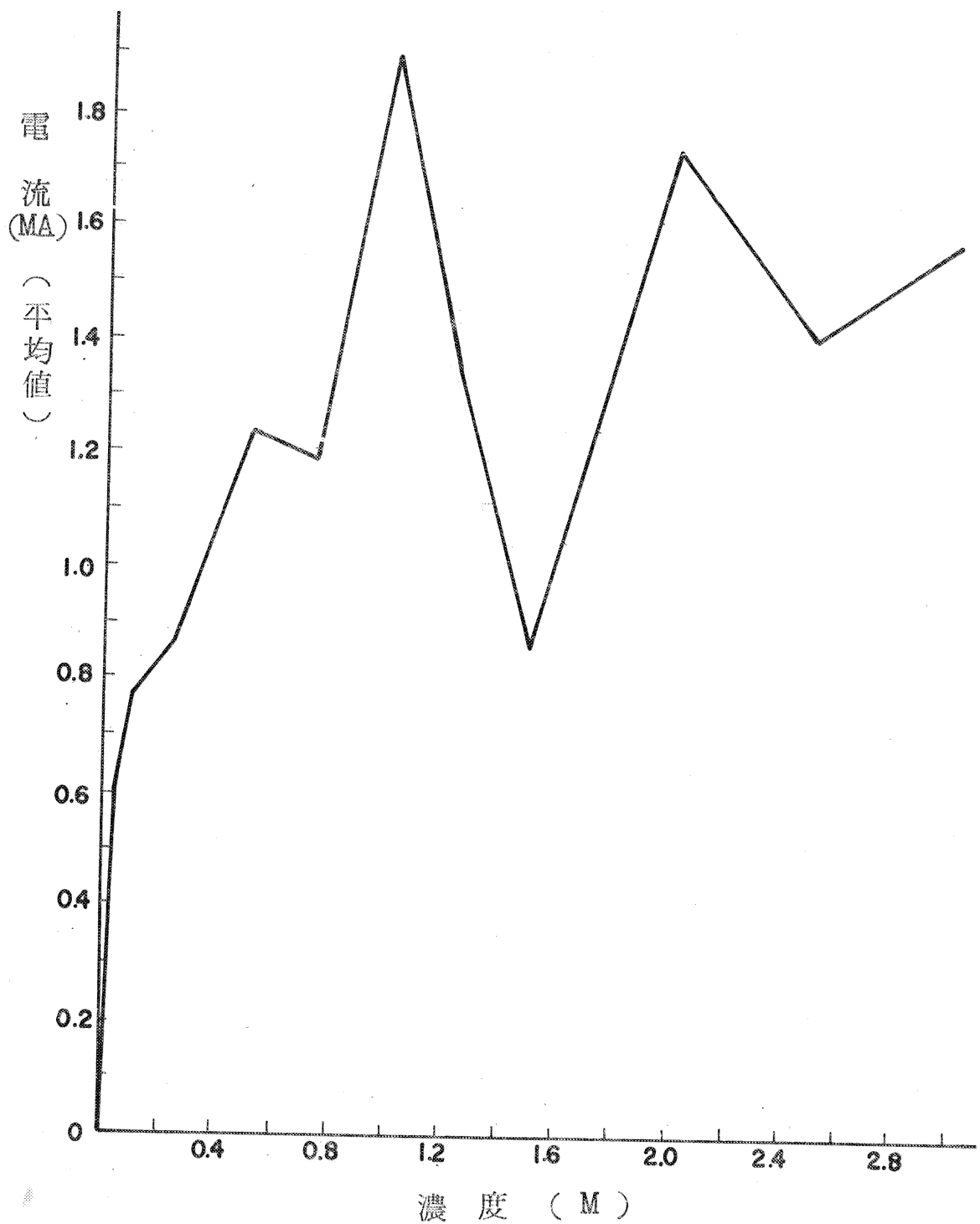
註：濃度單位：M

電 壓：1.05 V

電流單位：mA

圖

不同濃度的  $KNO_3$  在  $20^\circ C$  時與電流的關係



表二 各種濃度的KCl 在 20℃ 時與電流的關係

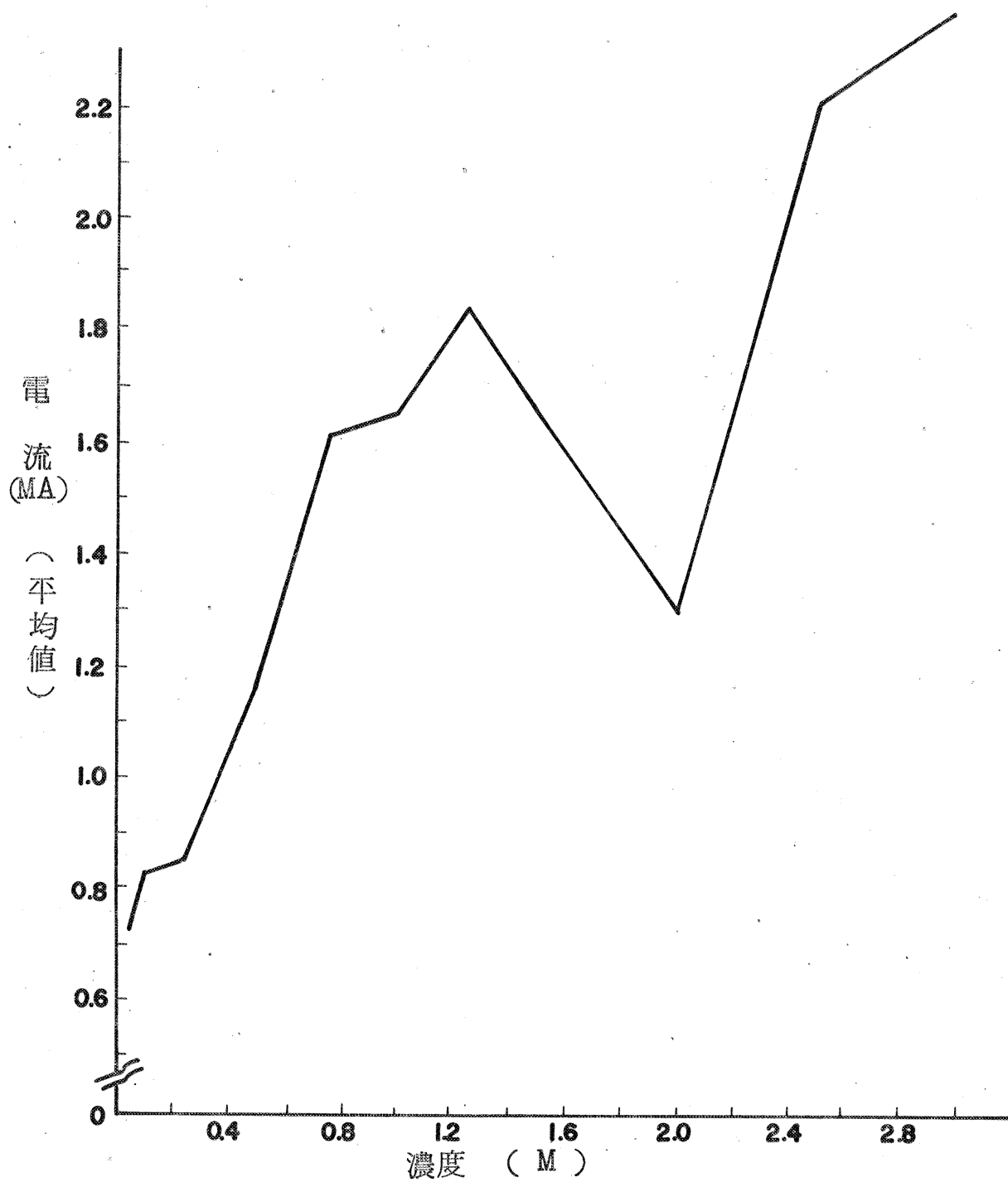
次數 濃度 電流	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均值
0.01	0.14	0.13	0.13	0.12	0.13	0.12	0.12	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
0.05	0.72	0.73	0.74	0.72	0.73	0.73	0.73	0.74	0.73	0.72	0.73	0.73	0.73
0.10	0.83	0.83	0.84	0.84	0.82	0.83	0.83	0.82	0.83	0.83	0.84	0.83	0.83
0.25	0.85	0.85	0.85	0.86	0.85	0.85	0.85	0.87	0.86	0.84	0.85	0.85	0.85
0.50	1.17	1.17	1.17	1.16	1.17	0.18	1.16	1.17	1.17	1.16	1.16	1.17	1.17
0.75	1.60	1.59	1.61	1.61	1.62	1.61	1.59	1.62	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61
1.00	1.65	1.64	1.66	1.65	1.63	1.64	1.64	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65
1.25	1.85	1.84	1.84	1.84	1.83	1.85	1.84	1.84	1.84	1.83	1.85	1.84	1.84
1.50	1.66	1.66	1.67	1.67	1.66	1.66	1.65	1.65	1.63	1.66	1.66	1.65	1.66
2.00	1.31	1.31	1.32	1.32	1.31	1.31	1.31	1.31	1.32	1.31	1.32	1.32	1.31
2.50	2.19	2.20	2.21	2.21	2.20	2.19	2.19	2.20	2.21	2.21	2.20	2.20	2.20
3.00	2.34	2.34	2.35	2.36	2.37	2.36	2.36	2.36	2.36	2.35	2.35	2.36	2.36

註：電流單位：mA

電 壓：1.05 V

濃度單位：M

圖二 不同濃度的KCL在 20°C時與電流的關係



表三  $\text{KNO}_3$  在不同溫度的電流變化

溫度 濃度 電流	20	25	30	35	40	45	50	55	60
0.10	0.77	0.80	0.84	0.87	0.90	0.92	0.95	1.05	1.10
0.50	1.21	1.23	1.26	1.29	1.35	1.39	1.44	1.52	1.68
1.00	1.89	1.91	1.92	1.95	2.01	2.09	2.21	2.35	2.46
1.25	1.35	1.37	1.39	1.42	1.49	1.54	1.59	1.66	1.72

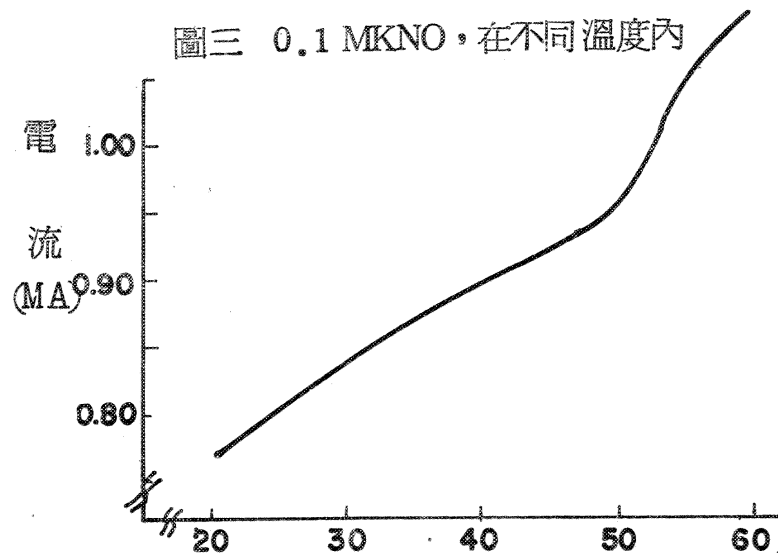
(註：單位：溫度： $^{\circ}\text{C}$ ，電流 mA，濃度 M)

表四  $\text{KCl}$  在不同溫度的電流變化

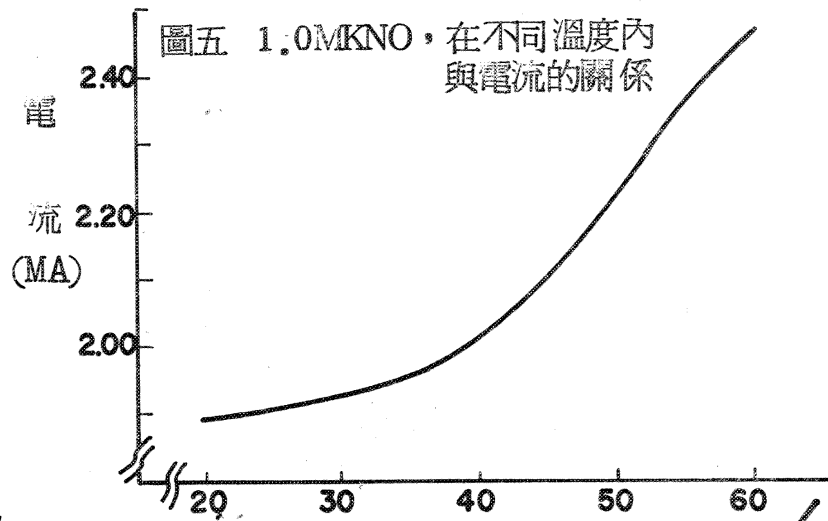
溫度 濃度 電流	20	25	30	35	40	45	50	55	60
0.10	0.83	0.85	0.86	0.90	0.94	1.02	1.08	1.15	1.21
0.50	1.17	1.18	1.19	1.20	1.22	1.27	1.33	1.41	1.46
1.00	1.65	1.66	1.68	1.70	1.72	1.74	1.78	1.84	1.91
1.25	1.85	1.86	1.87	1.88	1.90	1.92	1.95	2.01	2.09

(註：單位：溫度 $^{\circ}\text{C}$ ，電流 mA，濃度 M)

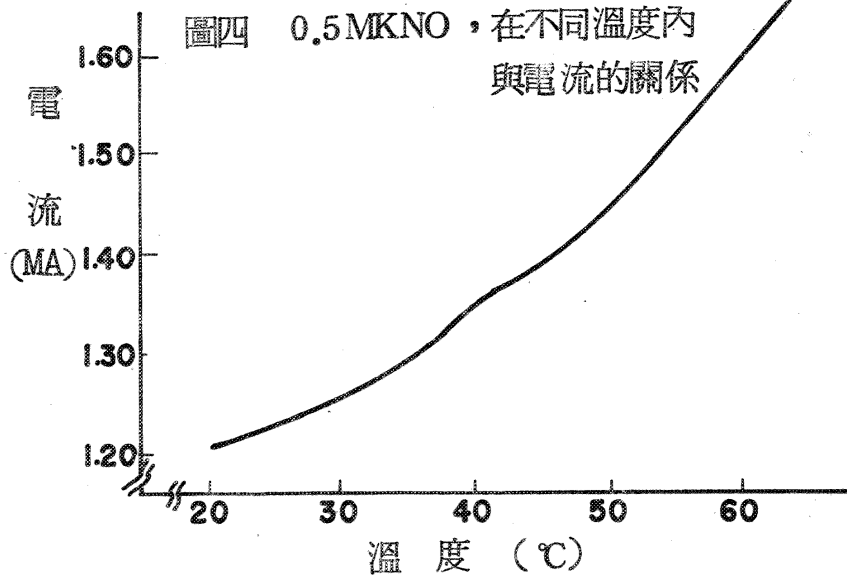
圖三 0.1 MKNO，在不同溫度內



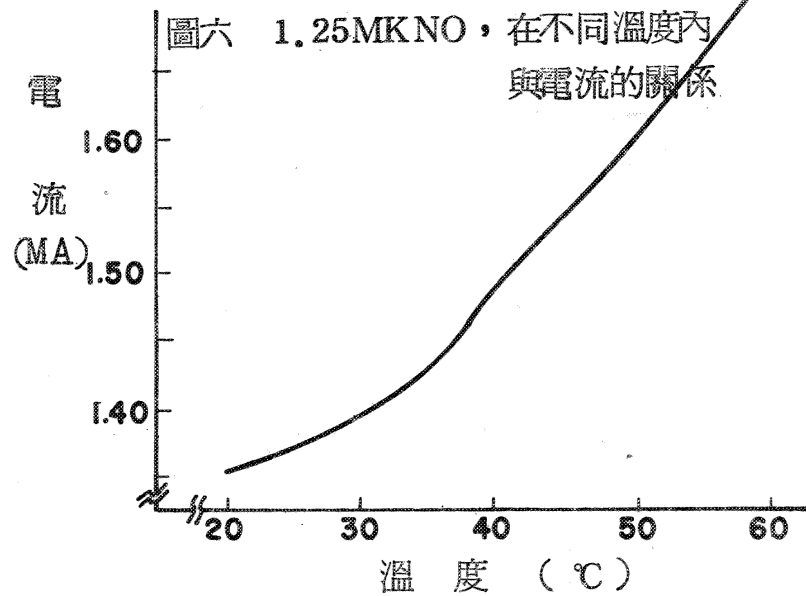
圖五 1.0 MKNO，在不同溫度內與電流的關係



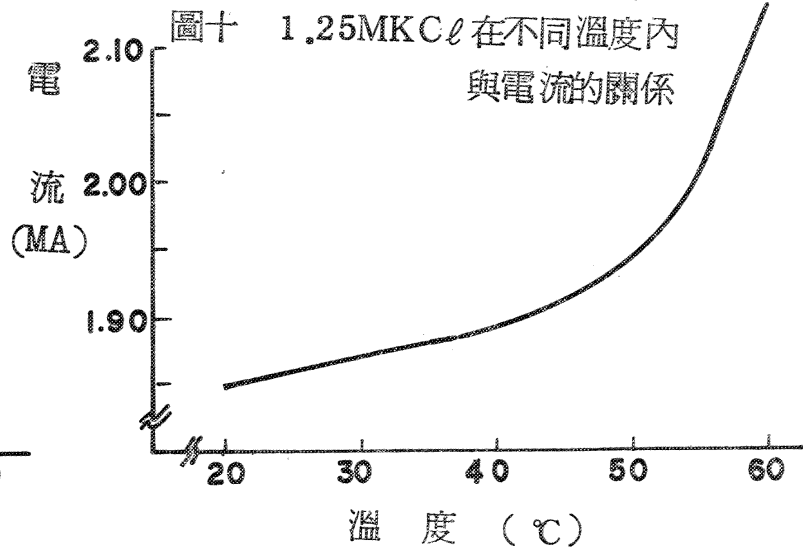
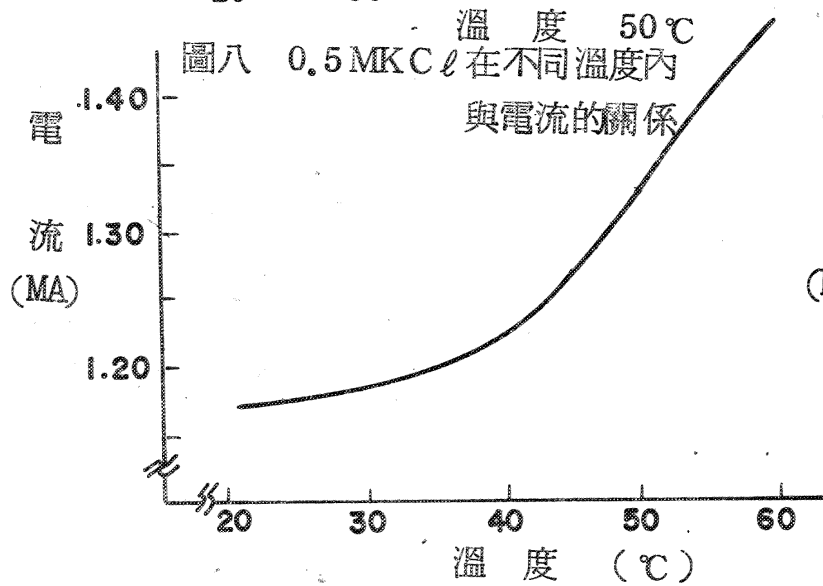
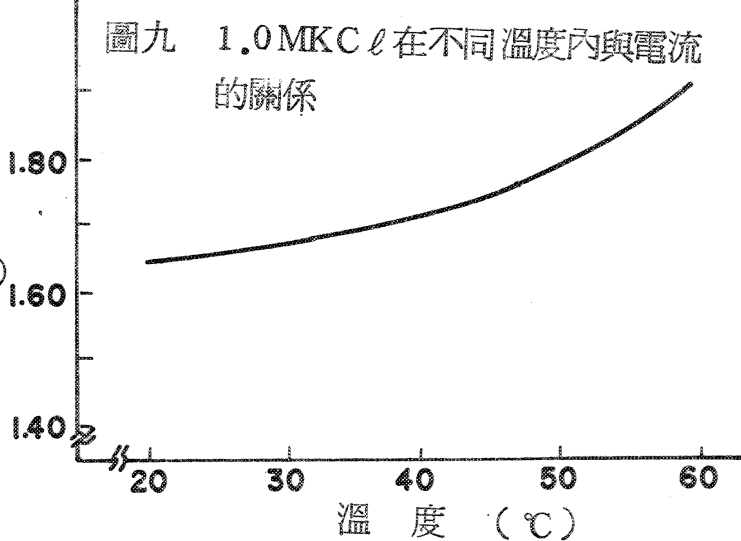
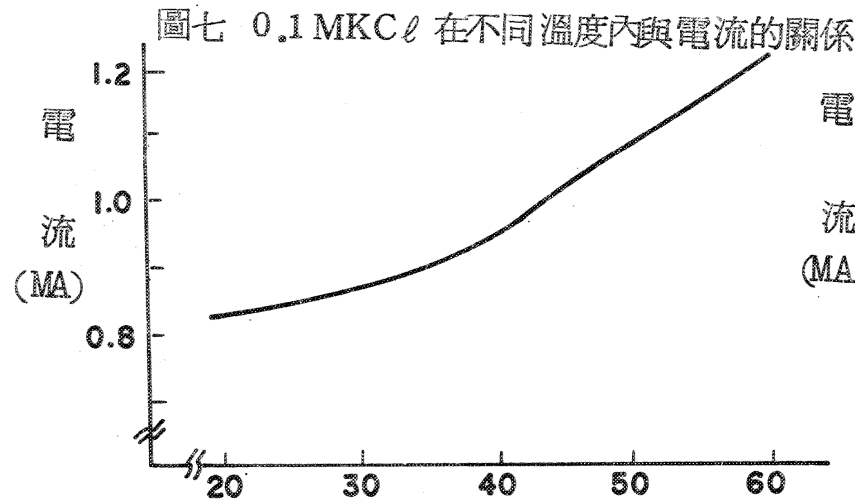
圖四 0.5 MKNO，在不同溫度內與電流的關係



圖六 1.25 MKNO，在不同溫度內與電流的關係







表五 不同的鹽類在 25 °C 時與電流的關係 ( 註：電流單位：mA )

電流 鹽類 \ 次數	1	2	3	平均值
1M KCl	1.61	1.62	1.61	1.61
1M CaCl <sub>2</sub>	0.98	0.96	0.97	0.97
1M KNO <sub>3</sub>	1.89	1.89	1.90	1.89
1M NaCl	0.75	0.74	0.74	0.74
1M AgNO <sub>3</sub>	0.82	0.81	0.82	0.82

表六 陽離子的移動速率 ( 25 °C )

電解後 濃度	0.005N	0.01N	0.02N	0.05N	0.10N	0.20N
NaCl		0.392	0.3902	0.3854	0.3854	0.382
KCl	0.490	0.490	0.4901	0.4899	4.4898	0.489
KNO <sub>3</sub>			0.5087	0.5093	0.5103	
AgNO <sub>3</sub>		0.465	0.4652	0.4664	0.4682	
CaCl <sub>2</sub>		0.426	0.422	0.414	0.406	0.395

註：資料來自 P.295 — P.296 “電化學”物理化學實驗學，曹簡禹、黃定加編著。

表七：不同的非鹽類在 25 °C 時與電流的關係 ( 註：電流單位：mA )

電流 鹽類 \ 次數	1	2	3	平均值
1M KOH	3.43	3.44	3.43	3.43
1M NaOH	1.74	1.75	1.75	1.75
1M HCl	5.10	5.10	5.11	5.10
1M Ba(OH) <sub>2</sub>	0.96	0.95	0.94	0.95

## 七、討論：

1. 鹽橋不一定要用鹽類，概括所有不會與兩極溶液起作用，且對兩極電壓無過甚影響之任何強電解質，皆可使用當鹽橋。
2. 陰、陽離子之移動速率愈接近，解離度愈大之鹽類，其產生的電流愈大，做爲鹽橋最爲合適，當解離相近之強電解質，其產生電流之大小，決定於其陰陽離子移動速率之差異，陰陽離子移動速率之差距愈小，所產生之電流愈大。由表三、表四可得知。
3. 同濃度之  $KCl$  及  $KNO_3$ ，在不同溫度下，所產生的電流強度不同，由圖三一十可得知，溫度愈高，電流強度愈大，在溫度較高的地方，圖中曲線的斜率較大，可知溫度升高與電流增大並無固定的比例，而是溫度較高時，同樣之溫差較低溫時所產生電流的差距大。
4. 非鹽類之強電解質亦可當鹽橋使兩極成爲通路，產生電流，但因其與 agar gel (洋菜) 加熱會產生反應，若用棉花填塞，因溶液會滲透進入兩極而影響兩極電解液之濃度，進而影響電壓，產生較不穩定之電流，故平常極少使用。
5. 在  $20^\circ C$  時， $KNO_3$  之濃度在  $1 M$  左右，其做爲鹽橋的效果最佳 ( $1.89 mA$ )  $2M$  亦有相當不錯的效果，濃度愈大，並不一定有較大的電流，其濃度電流量不成比例， $KCl$  則在  $3M$  左右有較大的電流量，但其濃度與電流量亦不成任何之比例，但在  $1 M$  亦有 ( $1.65 mA$ ) 之電流量，若考慮省時，經濟的觀點， $1 M$  實在是可做爲往後實驗使用。

## 八、參考資料：

1. 國中化學第三冊
2. 普通化學 (正中書局·王宗瑤譯)
3. 物理化學實驗學：曹簡禹·黃加定編著
4. 物理化學 (正中書局·潘貫編著)

評語：有思考力，對於鹽橋溶液之種類、濃度、溫度等對電流之影響實驗尚完整，數據大都正確，有存疑之結果，亦予保留，頗合科學研究精神。