

# 能量間的轉換

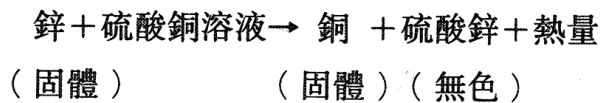
## 國中組化學科第二名

高雄市立七賢國民中學

作者：洪惠瓊、呂朋鍍  
吳靖儀、陳孟玫  
指導教師：陳清茂

### 一、研究動機

國中理化中介紹



係用此化學變化來說明放熱反應。引起我們有一想法就是：這個反應式，是否能同時產生幾種不同的形式之能量呢？如電能和熱能。這個問題引發了我們的興趣，想利用課本中 鋅 + 硫酸銅的溶液的實驗來進一步探討化學變化中是否也會產生電能。

### 二、研究目的

(一)外加電路與未接電路對銅析出的影響；(二)找出外接電路上電流大小與析出銅的重量之關係；(三)找出影響電流及銅析出的各項變因：如濃度、溫度、時間、反應面積等。

### 三、研究設備及器材

名稱	數量	名稱	數量
1. 電動天平	1 架	8. 電極架	6 個
2. 量瓶 1000ml	4 支	9. 硫酸銅粉末 500 g	4 瓶
500ml	2 支	10. 烘碗機	1 台
100ml	4 支	11. 三用電錶	6 台
3. 燒杯 250ml	24 個	12. 漏斗	2 支
4. 溫度計	6 支	13. 刮杓	2 支
5. 鋅片、銅片	各 24 片	14. 酒精燈	各 6 組
6. 滴管	若干	三角架	
7. 馬錶	2 個	石綿心網	

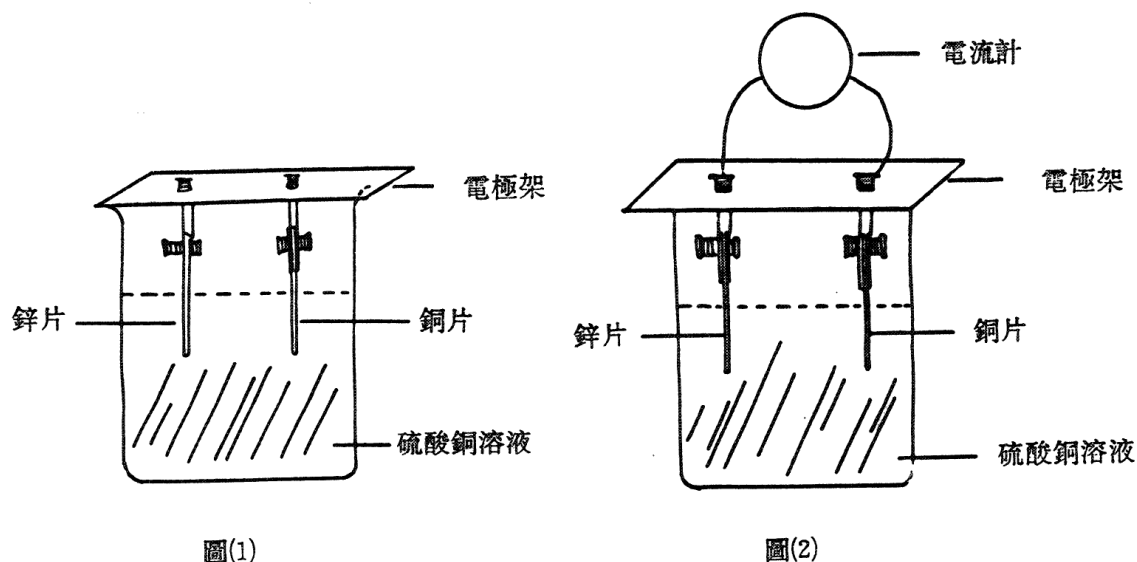
## 四、研究方法及結果分析

實驗(-)：探討外線電路和未接線路時生成物之差異性

A〈實驗步驟〉：

1. 取硫酸銅溶液 1M、0.5M、0.25M、0.1M、0.05M、0.01M 各 200ml，用 250ml 燒杯盛裝，置於桌上。
2. 取大小相同鋅片、銅片各 6 片，用電極架夾住，放入硫酸銅溶液中，即開始計時 3 分鐘，如圖(1)。
3. 取出電極架上的鋅片，刮下鋅表面的銅於濾紙上，烘乾並稱重，銅亦烘乾稱重。
4. 重覆步驟 1、2，並加上一線路如圖(2)，重覆步驟 3，同時記錄電流大小。

B〈實驗裝置〉：



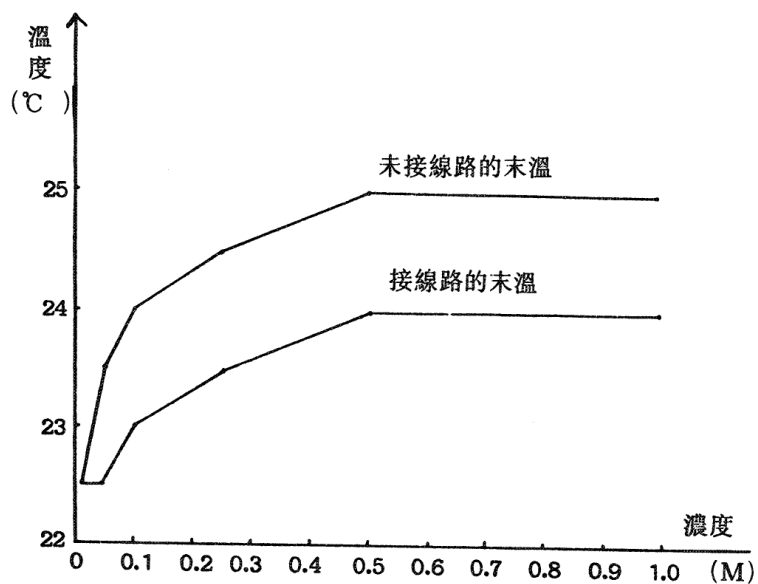
(-)未接線路

項 目 硫酸 濃 銅度M	初溫 (°C)	末溫 (°C)	濾紙重 (g)	濾紙+ 烘乾的 銅(g)	烘乾銅 (g)	反應前 銅片 (g)	反應後 銅片 (g)	銅片上 增加重 (g)
0.01M	22	22.5	0.8662	0.8771	0.0109	5.8753	5.8755	0.0002
0.05M	22	23.5	0.8662	0.8864	0.0202	5.8717	5.8720	0.0003
0.1M	22	24.0	0.8662	0.9283	0.0621	6.1283	5.1285	0.0002
0.25M	22	24.5	0.8662	0.9587	0.0925	5.8082	5.8085	0.0003
0.5M	22	25.0	0.8662	1.0258	0.1596	5.4706	5.4908	0.0002
1M	22	25.0	0.8662	1.4842	0.6180	5.7336	5.7341	0.0005

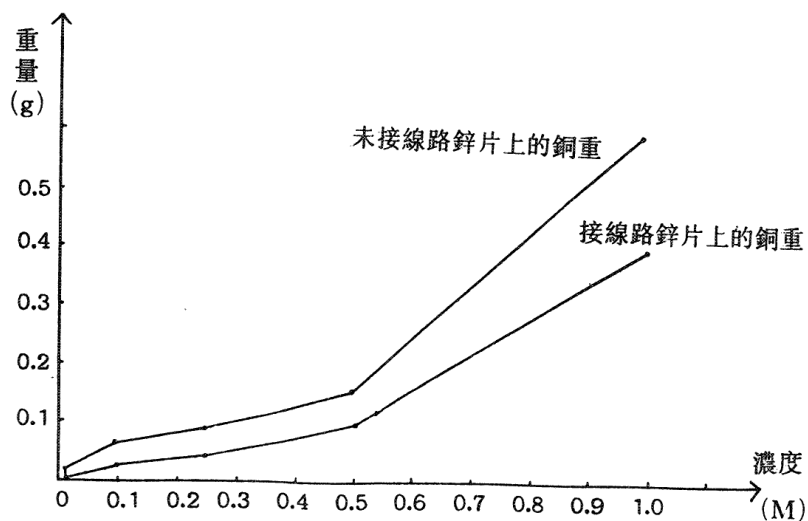
(二)接上線路

項 目 硫酸 銅度M	初溫 (°C)	末溫 (°C)	濾紙重 (g)	濾紙+ 烘乾的 銅(g)	烘乾銅 (g)	反應前 銅片 (g)	反應後 銅片 (g)	銅片上 增加重 (g)	電流 (mA)
0.01M	22	22.5	0.8662	0.8702	0.0040	5.8253	5.8304	0.0051	19.0
0.05M	22	22.5	0.8662	0.8795	0.0133	5.4906	5.4971	0.0065	20.0
0.1M	22	23.0	0.8662	0.9095	0.0397	5.8082	5.8298	0.0216	37.5
0.25M	22	23.5	0.8662	0.9249	0.0587	5.7336	5.7650	0.0314	82.5
0.5M	22	24.0	0.8662	0.9916	0.1254	5.8717	5.9052	0.0335	100.0
1M	22	24.0	0.8662	1.2996	0.4334	6.1282	6.2957	0.1675	120.5

實驗圖比較：①



②



1. 從以上數據可得：

(1) 接上線路的溫度比未接線路為低，表示放出熱量較小。

(2) 接上線路時，濾紙上的銅加上銅片增加的重，約等於未接線路時濾紙上的銅重。

在產生銅的過程中，伴隨能量有二種，一是熱能，一是電能。

2. 濾紙上的銅呈黑色或紅色，此一現象在以前二十七屆科展中有詳細介紹，顏色不同，但均為銅。

3. 配置 2M 硫酸銅溶液時，因其超過飽和濃度，故以實驗 1M、0.5M、0.1M、0.25M、0.05M、0.01M 為主，而 1M 又因銅析出太快會掉落至杯底，影響銅的稱重，故以 0.5M 為佳。

實驗(二)：反應時間與產生電流之探討：

A〈實驗步驟〉

1. 配置硫酸銅 0.5M 200ml，用 250ml 燒杯盛裝，置於桌上。

2. 如圖(2)，隔適當時間測電流一次，並同時記錄溫度。

3. 取硫酸銅 0.25M 200ml，用 250ml 燒杯盛裝，置於桌上，重覆步驟(2)。

4. 再取硫酸銅 1M 200ml，重覆步驟(2)。

B〈實驗結果〉

(一) 硫酸銅濃度為 0.5M

時間(分) \ 項目	電流(mA)	溫度(°C)
1	112.5	22
2	100.0	22.5
3	95	22.5
4	82.5	23.0
5	78.5	23.0
10	70.0	24.0
20	80.0	24.5
30	67.5	25.5

(二) 硫酸銅濃度為 0.25M

時間(分) \ 項目	電流(mA)	溫度(°C)
1	102.5	22
2	95.0	22.5
3	90.0	22.5
4	80.0	23.0
5	72.5	23.0
10	60.0	24.0
20	55.0	24.0
30	55.0	24.0

(三)硫酸銅濃度為 0.1M

時 項 間(分) 目	電流(mA)	溫度(°C)
1	35.0	22
2	35.0	22
3	35.0	22
4	35.0	22
5	35.0	22
10	32.5	22.5
20	32.5	22.5
30	32.0	23.0

1. 由實驗結果發現硫酸銅溶液為 0.5M 時，電流不太穩定，原因是附著在鋅片上的銅掉落於杯底，使鋅片反應面積又變大，因而使電流又增大。溫度則有持續增高之趨勢，表示反應式一直在進行，為解決此一問題，利用濃度較小者來重新實驗。
2. 當硫酸銅溶液為 0.25M 及 0.1M 時，反應較慢，電流值均呈穩定下降趨勢，而濃度愈小愈穩定，溫度則持續上升。
3. 由三種不同濃度之硫酸銅比較之結果發現高濃度有較大的電流，由此可判斷電流下降的原因係硫酸銅溶液反應愈來愈小之故。

實驗(三)：不同溫度對產生電流之影響

A〈實驗步驟〉

1. 配置 0.5M 硫酸銅溶液 200ml，用 250ml 燒杯盛裝，置於桌上。
2. 如實驗(一)之圖(2)，記錄溫度相對的電流大小。
3. 改配置 0.25M、0.1M 硫酸銅溶液各 200ml，用 250ml 燒杯盛裝，重覆步驟(2)、(3)。

## B〈實驗結果〉

### 0.5M 硫酸銅溶液

溫度 (°C)	電流 (mA)	溫度 (°C)	電流 (mA)	溫度 (°C)	電流 (mA)	溫度 (°C)	電流 (mA)	溫度 (°C)	電流 (mA)	溫度 (°C)	電流 (mA)
30	120	40	90	50	75	60	75	70	15	80	3.5
32	117.5	42	95	52	87.5	62	50	72	15	82	3
34	110	44	80	54	92.5	64	40	74	12.5	84	3
36	95	46	75	56	82.5	66	25	76	7.5	86	2.5
38	100	48	75	58	75	68	20	78	5	88	2
										90	2

### 0.1M 硫酸銅溶液

溫度 (°C)	電流 (mA)	溫度 (°C)	電流 (mA)	溫度 (°C)	電流 (mA)	溫度 (°C)	電流 (mA)	溫度 (°C)	電流 (mA)	溫度 (°C)	電流 (mA)
30	22	40	24	50	65	60	65	70	65	80	55
32	22	42	24	52	65	62	65	72	65.5	82	55
34	22	44	24	54	65	64	65	74	62.5	84	52.5
36	22	46	24	56	65	66	65	76	55	86	50
38	22	48	50	58	65	68	65	78	55	88	50

### 0.25M 硫酸銅溶液

溫度 (°C)	電流 (mA)	溫度 (°C)	電流 (mA)	溫度 (°C)	電流 (mA)	溫度 (°C)	電流 (mA)	溫度 (°C)	電流 (mA)	溫度 (°C)	電流 (mA)
30	80	40	80	50	60	60	52.5	70	40	80	20
32	80	42	80	52	60	62	50	72	35	82	17.5
34	80	44	75	54	60	64	50	74	32.5	84	15
36	80	46	70	56	60	66	47.5	76	27.5	86	10
38	80	48	65	58	55	68	45	78	25	88	10

- 0.5M 由於反應速率較快，析出銅時常掉落，故會有電流時大、時小產生，在此上述實驗已說明過，故用較小濃度重新實驗。
- 0.25M 產生的電流，30°C 至 50°C 相當平穩，自 50°C 開始，即開始持續下降，明顯受到溫度影響。

3. 0.1M 產生的電流，30°C 至 50°C 平穩，自 50°C 開始陡升，直到 90°C 再下降，由圖形可知，溫度對電流影響在濃度愈小愈顯著。

4. 電流值的變化，是否有更複雜化學變化或其它因素之影響？這個問題留到以後再作研究。

實驗(四)：溫度對析出銅的速率及電流之影響

A〈實驗步驟〉

1. 取 0.5M 200ml 硫酸銅溶液 6 杯，用 250ml 燒杯盛裝，置於桌上。
2. 用酒精燈加熱使其分別為 30°C、40°C、50°C、60°C、70°C、80°C。
3. 如實驗(-)之圖(1)，固定 3 分鐘，取出電極架上的鋅片，刮下鋅上面的銅於濾紙上。
4. 重覆步驟(2)，裝置如實驗(-)之圖(2)，重覆步驟 3。

B〈實驗結果〉

(-)未加線路

溫度(°C)	濾紙重(g)	濾紙+烘乾銅(g)	烘乾銅重(g)
30	0.8662	1.2752	0.4090
40	0.8662	1.3196	0.4534
50	0.8662	1.3856	0.5194
60	0.8662	1.5113	0.6451
70	0.8662	1.6700	0.8038
80	0.8662	1.8527	0.9565

(-)接上線路

溫度(°C)	濾紙重(g)	濾紙+烘乾銅(g)	烘乾銅重(g)	電流(mA)
20	0.8662	1.1952	0.3290	120
40	0.8662	1.2246	0.3584	90
50	0.8662	1.3060	0.4398	75
60	0.8662	1.4590	0.5928	75
70	0.8662	1.6195	0.6533	15
80	0.8662	1.7820	0.9158	3.5

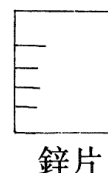
1. 溫度愈高，銅產生的速度愈快，而電流卻變小。由此可判斷：在接上線路時，溫度高，電能較小，而熱能較大。
2. 接上線路，我們可由環境溫度高低來決定反應過程中電能和熱能的比例。

## 實驗(五)

鋅片面積大小對電流的影響：

### A〈實驗步驟〉

1. 配置硫酸銅溶液 0.5M, 200ml 各 5 一杯，分別用 250ml 燒杯盛裝，置於桌上。
2. 取一鋅片，標上刻度，間隔均為 0.5cm，如圖。
3. 裝置如實驗(一)之圖(2)，依序沈入刻度，記錄電流大小。



### B〈實驗結果〉

沈入溶液中的 刻度 (cm)	電流 (mA)
0.5	50
1.0	62.5
1.5	75
2.0	80
2.5	90

由結果發現沈入溶液中的面積愈大，則電流愈大，表示反應面積大；相對反應的量變大。

## 五、結論

- (一)化學反應的進行，可利用不同的管道，得到不同形式之能量。
- (二)在同樣多的產生能量中，可利用變因來控制電能和熱能的比例，可做為我們人類在利用能源時做參考，把有用的能比例升高，降低無用的能。

## 六、參考資料

- (一)國中理化第一冊。
- (二)第二十七屆科展作品專輯。

## 評語

本研究旨在利用簡單 Cu/Zn 電池說明電能如何變為溫度，同時研究硫酸銅濃度、溫度、時間及反應面積對此能量轉換影響。此研究成果豐碩且具有教學上應用性。