

趣味化學實驗

蕭次融

國立臺灣師範大學化學系

化學是探討物質的科學，也是實驗的科學。化學實驗不僅可以驗證化學的基本概念和原理，說明許多變化的現象，還可以培養仔細觀察，從做中學，實踐手腦並用，解決問題的訓練。因此化學實驗在化學教育上顯得非常重要。尤其簡而有趣的化學實驗，更能鼓舞學生學習化學的興趣。當代最有名的科學家之一，曾經兩次獲得諾貝爾獎（1954年化學獎、1962年和平獎）的鮑林（Linus Pauling, 1901—）教授曾經在其回憶錄吐露影響他對化學的興趣。他說是在少年時，在他的朋友家看到一個PAC（Plain and Attractive Chemistry）簡而有趣的化學表演：在氯酸鉀與蔗糖的混合物上澆以濃硫酸數滴，片刻即見蔗糖發煙燒成黑炭，其引入的景象至今仍然還很深刻。

我國金門地區熱心科學教育，本學年續辦科學教育活動週，邀請國立台灣科學教育館支援。筆者有幸得以參加其「科學研習活動」（七十七年十二月二日），擔任趣味化學實驗之講解與演示，以及「教師演示實驗」實習之指導。本篇報告其中與現行國中理化教科書第三冊教材有關之實驗，咸認屬於PAC型者四項：（一）黃銅合金（P.58）、（二）〔實驗21-3〕逆反應與化學平衡（P.96）、（三）〔實驗22-1〕中的乾餾（P.102）、以及（四）蛋白質（醬油）與銅離子反應（P.118與P.123），藉以鼓勵學生喜愛化學實驗，以期由其親身的經驗逐漸養成正確的科學態度，培養獨立思考的能力，進而創新構想，獲得卓越的成果，享受「發明」的樂趣。

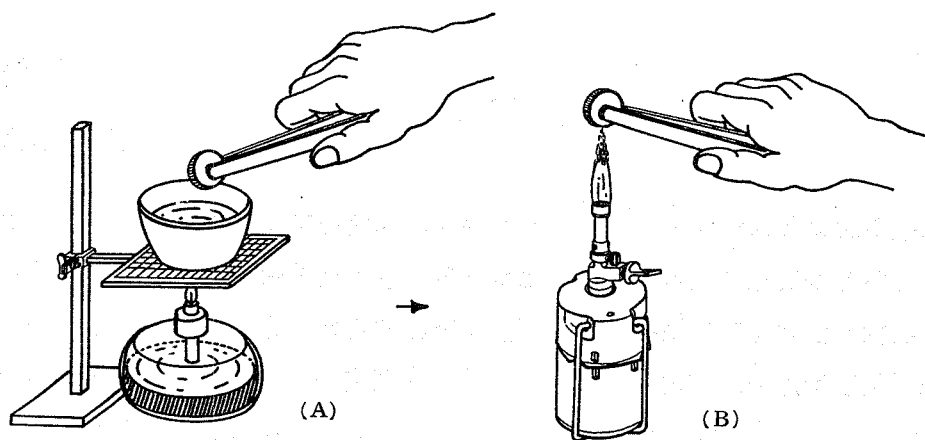
一、鍊金術師的夢（合金）

〔目的〕

觀察銅幣表面經由銀色變成黃金色硬幣，以說明氧化還原反應，固體—固體反應以及冶金。

〔方法〕

1. 以蒸發皿取鋅粉約 5 克。
2. 加 6 N 氫氧化鈉溶液約 10 毫升。
3. 加熱蒸發皿（如圖一之 A）至溶液幾近沸騰。



圖一 銅幣變金幣

4. 最好使用新的銅幣，若舊銅幣，則事先將銅幣置於稀鹽酸（0.1M）或氨水（0.1M），以洗淨銅幣表面（或用沙紙擦淨），經水洗後擦乾。
5. 以鑷子夾乾淨銅幣，置於鋅粉的氫氧化鈉熱溶液中 3~5 分鐘，銅幣即被鍍上一層鋅，成為銀色硬幣，取出後水洗擦乾（不可太用力擦）。
6. 以鑷子夾銀色硬幣，放入噴燈或本生燈的火焰中（如圖一之 B），經 3~5 秒後，即見硬幣的銀色變成金色，從火焰中取出，用水冷卻，仔細觀察。
7. 次以棉花蘸取少許已潤濕的硝酸汞固體，在新的銅幣上用力磨擦至銅幣表面色變均勻後水洗，以衛生紙擦亮表面，即得銀色硬幣。
8. 變造貨幣為法所不許，故應將由以上幾個步驟所得金色銅幣再度放入火焰加熱片刻以復原。

〔說明〕

1. 氫氧化鈉 6 M 溶液的配法： NaOH(s) 24 g 溶於水配成 1 L。
2. 最初的反應係鍍鋅。鋅與氫氧化鈉反應產生鋅酸鈉 Na_2ZnO_2 ，再經銅還原為金屬

- 鋅，使銅幣被覆一層鋅，狀似銀色硬幣，這是氧化還原反應。
3. 將銀色硬幣在火焰中加熱係冶金（固體與固體的反應）產生黃銅，使銅幣呈現金色。
 4. 黃銅是 Zn （18～40%）與 Cu （82～60%）的合金，其顏色依成份而異。
 5. 將金色的硬幣在火焰中再度加熱，則銅幣表層的鋅成份逐漸減少，終至呈現銅色。
若加熱過久，則銅被氧化而失去光澤。
 6. 以棉花蘸濕的硝酸汞在銅幣上磨擦， Hg^{2+} 即被 Cu 所取代，所得汞與銅產生汞齊呈銀色，置於空氣中，銀色隨時間而褪。
 7. 因不可任意變造貨幣，故宜改用銅片或銅線。

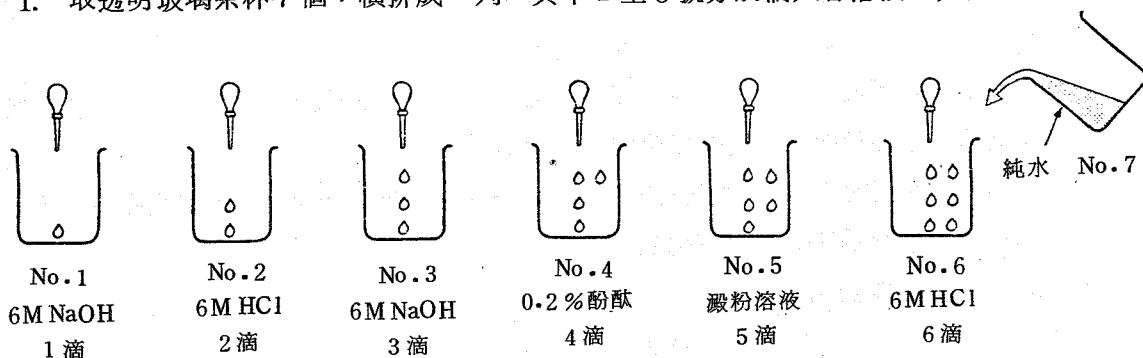
二、 神奇的七個杯子（自身氧化還原反應）

〔目的〕

利用碘在鹼性溶液的不穩定性以示其自身氧化還原反應與平衡的移動。

〔方法〕

1. 取透明玻璃茶杯 7 個，橫排成一列，其中 1 至 6 號分別滴入各溶液，如圖二。



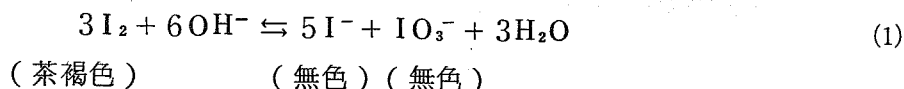
圖二 神奇的七個杯子

2. 以第 7 號杯子，取自來水約半杯，將其一半倒入第 6 號杯子（如圖二最右邊的杯子所示）。
3. 在第 7 號杯子的自來水，滴入碘酒數滴至水溶液呈茶褐色。
4. 將第 7 號的茶褐色溶液倒入第 1 號杯子，即見顏色消失，得無色透明溶液。
5. 將第 1 號杯子的無色溶液倒入第 2 號杯子，即見茶褐色復現，再倒入第 3 號杯子則茶褐色又消失。

6. 次將第3號杯子的溶液的一半倒入第4號杯子，則呈現粉紅色，另一半倒入第5號杯子仍為無色。
7. 將第5號的無色溶液倒入第6號杯子，則溶液由無色逐漸變化，終呈藍紫色。
8. 將第6號的藍紫色溶液的一半慢慢倒入第4號的粉紅色溶液內，顏色即逐漸改變。
9. 在第6號杯內的另一半溶液，慢慢滴入6 M NaOH即見顏色消失。

〔說明〕

1. 本實驗所用的藥品是6 M鹽酸、6 M氫氧化鈉、0.2%酚酞、0.1%澱粉液、與碘酒（西藥房所售者）。各溶液宜裝於點滴瓶，使用較為方便。
2. 在本實驗最主要的反應為式(1)所示，可視為化學平衡的移動：

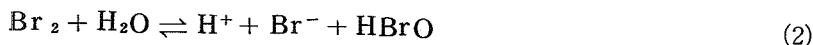


溶液鹼性時碘不穩定變成無色的碘離子與碘酸離子，亦即平衡右移，例如第7號杯子的茶褐色溶液加入第1號含有氫氧化鈉的杯子，顏色即消失。又如加酸於上述溶液，即平衡左移又產生茶褐色溶液，例如第1號杯子的無色溶液加入第2號含有鹽酸的杯子，立即顯出茶褐色。最後的第6號杯子加氫氧化鈉溶液後顏色立即消失亦因平衡右移，致碘與澱粉的錯合物分解。

3. 自身氧化還原反應是一物質的一部分氧化的同時另一部分還原。一元素要有自身氧化還原反應必須要有穩定的氧化態至少三個。

例如式(1)左邊的 I_2 中 I 的氧化數為零，一部份還原為右邊的 I^- ，氧化數為 -1，另一部份氧化為 IO_3^- ，氧化數為 +5。

4. 教科書的實驗 21-3 係以



為例說明可逆反應與化學平衡。其實，溴在鹼性溶液的主要產物為 Br^- 、 BrO^- 、與 BrO_3^- 。（Moeller, et al., Chemistry, 2nd ed. 1984, P.818，台灣版，茂昌圖書），故除式(2)之反應外，在鹼性溶液亦有類似式(1)之反應。

5. 溴比碘毒性較大，且為液體，比固體的碘難於貯存。溴的蒸氣壓大，就是溴水亦因揮發而逸失。因此宜以本實驗替代教科書上溴的實驗。
6. 若以點燃火柴頭所得的二氧化硫還原在第6杯所得的溶液至無色後加雙氧水復現藍色，增加本實驗的神奇性變化，更可增加實驗的趣味性。（參閱師大化研所「國中

理化教師示範實驗」民 75 年，第 5 頁；科學教育月刊 115，27，民 77 年）。然後加 6 M 氫氧化鈉數滴，顏色立即褪掉，如同步驟 9。

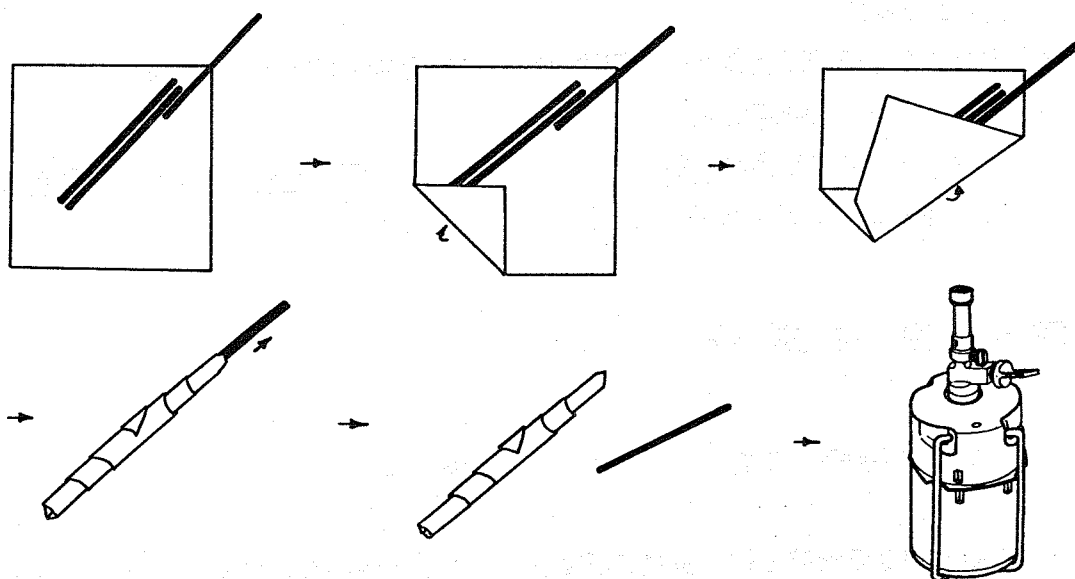
三、木材的乾餾

〔目的〕

以簡易器材進行木材乾餾，並探討其產物。

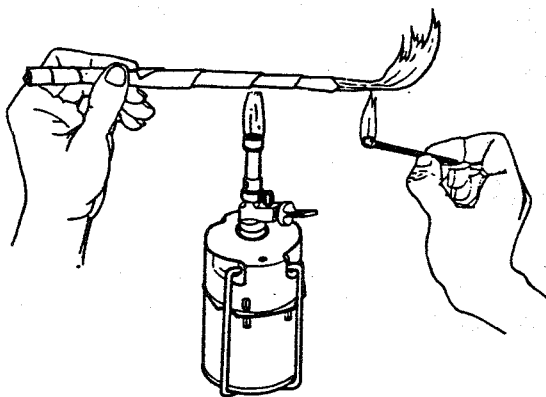
〔方法〕

1. 取木質筷子一雙，以鋁箔將其捲包約三層（鋁箔應長於筷子兩端各約 3 公分），如圖三之 A。



圖三 (A) 鋁箔捲包木筷

2. 將一端的鋁箔摺起密封，另一端則留成約與一根筷子同口徑的出口道（可預放一根筷子，捏實鋁箔後再將其抽出）。
3. 將上述鋁箔包置於噴燈或本生燈火焰上加熱，加熱點約距出口 8 公分。
4. 引燃火柴棒，將其置於出口處如圖三之 B，以試驗乾餾產物的可燃性。
5. 檢視乾餾後筷子的外觀、硬度等。
6. 以火柴點燃乾餾後的筷子。



圖三 (B) 以火柴點燃濃煙

〔說明〕

1. 以鋁箔捲包筷子時，在開口的一端預放一小團棉花，便可做如同教科書「實驗 22-1」的實驗。
2. 木材的乾餾係隔絕空氣加熱分解的過程，其產物參閱教科書第 105 頁的說明。
3. 竹質筷子亦可做同樣的實驗。
4. 本實驗係筆者去年參觀日本大阪府科學教育中心，訪問鳥本昇先生時，由森本進先生所演示者。據云：應用於實際教學，效果甚佳。

四、 醬 油 去 汙

〔目的〕

用醬油擦亮銅幣，以說明胺基酸與銅離子的結合。

〔方法〕

取新台幣 1 元銅幣 1 枚，在其表面滴上 1 滴醬油，半小時後以衛生紙擦去醬油，即見與醬油接觸的銅幣表面變亮了。

〔說明〕

1. 舊銅幣表面常被覆著一層銅的化合物（氧化銅等），而銅離子易與醬油中的胺基酸構成錯化合物，易於溶解而被擦去，因此與醬油接觸的部分變亮。
2. 若以棉花蘸氨水磨擦舊銅幣或舊銅器也可去除銅器表面的汙垢，這是因為氨易與銅離子構成錯合物 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 而溶去之故。市售「擦銅水」含有氨水，就是此理。