

# 在投影機上演示「影響化學反應速率 的各項因素」

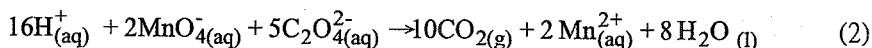
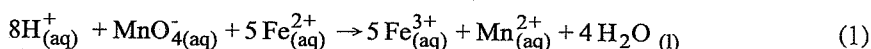
邱智宏  
省立三重高中

## 壹、前言

高中化學第二冊第六章開始教授化學動力學的部分，課程內容以下列會影響反應速率的因素為主：(1)反應物的本質、(2)反應物的濃度效應、(3)反應時溫度的影響、(4)催化劑的有無。為了引發學生的學習興趣，並達到比較理想的教學效果，以下的演示實驗，經多次的試用，上課之前實施，確能引起學生的好奇心，激發其探索問題的興趣。即使在上完課程之後進行，確也能收畫龍點睛提綱挈領之效。

## 貳、演示步驟

本文所述的所有演示實驗，均係現行課本所寫的內容：以過錳酸鉀在酸性溶液與鐵(II)離子或草酸根離子的氧化還原反應為主，其反應式如下：



以下是演示所需的各項溶液及器材：

1. 配製0.2M的草酸鈉( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ )溶液120mL，內含約1.0N的硫酸溶液。(配製後的溶液，需冷卻至室溫，以防止稀釋硫酸時放熱造成溫度的改變)
2. 配製0.1M的硫酸亞鐵( $\text{FeSO}_4$ )溶液20mL，內含有約1.0N的硫酸溶液。
3. 配製0.02M的過錳酸鉀( $\text{KMnO}_4$ )溶液約20 mL，裝在25 mL的滴瓶中，使用起來較方便。
4. 配製2.8M的硫酸錳(II)( $\text{MnSO}_4$ )溶液約20mL。
5. 投影機乙台、空白投影片一張、直徑約9cm的培養皿三個、50 mL量筒二支、100mL的燒杯二個、酒精燈、石棉心網、三角鐵架及玻棒二支。

### 一、空白實驗

先在投影機上擺放一張空白的投影片，以保護投影機的遮光板。在直徑約9cm的培養皿中倒入20mL的蒸餾水，並滴下過錳酸鉀溶液3滴。用玻棒攪拌均勻，在投影機上顯示過錳酸根未反應時，其在水溶液中的顏色。為了讓學生熟悉演示所用各種溶液的起始顏色，

可先將各溶液在投影機上一一展示，指導學生分辨。

## 二、反應物的本質，對反應速率的影響

取兩個培養皿，在其一倒入草酸鈉溶液20mL，另一倒入硫酸亞鐵溶液20mL，然後分別加入過錳酸鉀溶液3滴，並以玻棒攪動混合。觀察硫酸亞鐵的溶液中過錳酸根的顏色，很快就消失了，但在草酸鈉溶液中，則維持原來的顏色。由此可讓學生了解，不同的反應物，其反應進行的速率不同。其相對應的反應式如(1)與(2)所示。雖然過錳酸根和亞鐵離子的反應較快，但是和草酸根離子的反應，並不是不進行，只是顏色消褪較慢，在進行下一個演示實驗時，可將其繼續擺在投影機上，大約五分鐘後，過錳酸鉀的顏色便會消失。此時若再加入過錳酸鉀3滴，則其顏色在較短的時間就完全消失（約2.5分鐘），此時能留給學生一個思考的問題，為什麼會如此？其原因在下面有關催化劑的部分將一併討論。另外實驗中過錳酸根離子褪色的時間過長或過短，則須調整溶液的濃度以適合實際的需要。

## 三、濃度效應

在培養皿中倒入草酸鈉溶液20mL，在另一培養皿則倒入草酸鈉溶液10mL，並用水稀釋成20mL，當場稀釋的主要原因，是讓學生了解第二個培養皿中液體的濃度確實減小了。同時在二個培養皿各加入 $\text{KMnO}_4$ 溶液3滴，觀察過錳酸根顏色的消褪速度，在0.2M的草酸根溶液中比在0.1M的溶液中快速，並能明顯的分辨出來，此現象能說明，過錳酸根溶液在濃度較大的草酸根溶液中，反應速率較快。持續性顏色的變化，可在一邊進行下一步驟的演示時，一邊進行觀察。雖然不是所有的化學反應，增大反應物的濃度，反應速率就跟著增大，但是大部分的反應有這樣的趨勢，無論如何在『這個』演示的觀察中，濃度的改變會對反應速率，有不同程度的影響。至於會改變多少，則需由較精確的實驗設計中，求出反應速率定律式（rate law）。

## 四．催化劑的影響

在一個培養皿中倒入草酸鈉溶液20mL，滴入2.8M的硫酸亞錳(II)溶液2滴，另一個培養皿不加入 $\text{Mn(II)}$ 離子，僅加入草酸鈉溶液20mL。接著在兩個培養皿各加入 $\text{KMnO}_4$ 溶液3滴，攪拌混合後觀察其顏色變化。結果顯示在加入 $\text{Mn(II)}$ 離子的溶液，過錳酸根顏色的消失速率，比未加二價錳離子的溶液快速。在此反應 $\text{Mn(II)}$ 離子為催化劑。觀察上列的反應式(2)， $\text{Mn}^{2+}$ 離子既是產物，又是催化劑，是一個自我催化反應（autocatalytic reaction）的例子。在第二部分的演示步驟中，由粗略的時間估計，可發現加前3滴過錳酸根溶液時，草酸鈉溶液中顏色消失的時間（約5分鐘），比加後3滴時（約2.5分鐘）長很多，其原因即為加第二次 $\text{KMnO}_4$ 溶液時，反應已進行，產生 $\text{Mn(II)}$ 離子使反應加速。

## 五. 溫度效應

將二個已放有草酸鈉溶液20mL的燒杯，一個保持在室溫，另一個加熱至約55°C，然後分別倒入培養皿，各加入KMnO<sub>4</sub>溶液3滴後，觀察過錳酸根離子的顏色消失速率，能清楚地分辨出來，在較高溫的水溶液中，其顏色消失得較快，由此可說明反應的速率隨溫度的增高而加快。

本文所述的演示實驗，僅使用少量的溶液，以簡單的實驗手續，以及時間的粗略估計，便能把化學課本中，第六章的重點及內容給貫穿起來，並能定性的說明，影響反應速率的四項因素，並解釋自我催化反應的現象，使用起來十分方便，教學效果相當理想。如果時間允許，也可設計成由學生親自動手的分組實驗。

## 六、參考文獻

1. 高級中學化學編輯小組(1996)。高級中學化學第三冊第六章(10版)，國立編譯館，台北。
2. Ebbing, D.D., "General Chemistry", 1990, 3rd Ed., Houghton Mifflin, Boston.

~~~~~  
(上接 24 頁)

4. Bickel, P. J.(1994).What Academia Needs. *The American Statistician*, 49(1), 5-6.
5. Garfield, J. (1995). How Students Learn Statistics. *International Statistical Review*, 63, 1, 25-34.
6. Hogg, R. V. (1991). Statistical Education: Improvements Are Badly Needed. *The American Statistician*, 45(4), 342-343.
7. Hogg, R. V. and Hogg, M. C. (1995). Continuous Improvement in Higher Education. *International Statistical Review*, 63, 1, 35-48.
8. Moore, D. S., Cobb, G. W., Gardfield, J. and Meeker, W. Q.(1995). Statistics Education Fin de Siecle. *The American Statistician*, 49(3), 250-260.
9. Moore, D. S. (1997). New Pedagogy and New Content : The Case of Statistics. *International Statistical Review*, 65, 2, 123-165.
10. Wild, C. J. (1995). Continuous Improvement of Teaching: A Case Study in a Large Statistics Course. *International Statistical Review*, 63, 1, 49-68.