

高中新舊化學實驗教材比較研究

(四) 探討“溶解的平衡”新舊實驗教材之異同

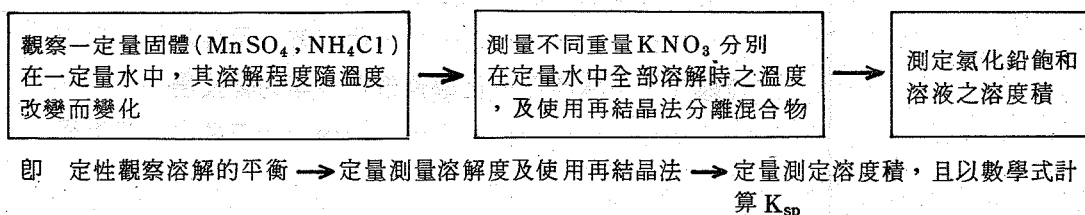
許丹瓊

臺北市立第一女子高級中學

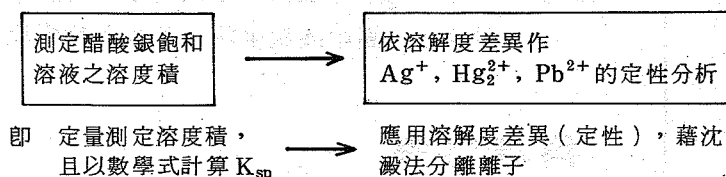
王澄霞

國立臺灣師範大學化學系

本文針對新舊化學教材中，有關“溶解的平衡”主題概念之實驗項目加以比較研究，整理於表中^(1,2,3)。新實驗教材關於“溶解的平衡”概念之導引過程為：



舊實驗教材關於“溶解的平衡”概念之導引過程為：



(1) 有關“固體的溶解度與溫度的關係”之實驗項目：

新教材〔基化-4.1〕溶解的平衡（溶解平衡與溫度之定性關係）。

舊教材：無此方面的實驗。

新實驗教材探討氯化銨、硫酸亞錳兩種固體之溶解度大小，隨著溫度高低而變化之情形。所導引的概念是根據勒沙特列原理的預測：溫度升高較有利於吸熱反應的進行，

氯化銨固體溶於水是吸熱反應，因此當溫度升高時，溶解度會變大，而溫度降低時，溶解度會變小。硫酸亞錳固體溶於水是放熱反應，因此當溫度升高時，溶解度會變小，而溫度降低時，溶解度會變大。做過此實驗後，學生可以體會到實驗結果與勒沙特列原理預測的推論相配合。

氯化銨投入水中後，水溫降低很多，學生可用手感覺出吸熱現象，且氯化銨溶解度隨著溫度升高而增大，是個理想的試劑。但硫酸亞錳需選用 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，即只有含一個結晶水的，才能達到本實驗目的，當溫度上升時，其溶解度下降。其餘不含結晶水或含2~5個結晶水的，當溫度上升時，其溶解度皆上升⁽⁴⁾。學生無法看出溫度與勒沙特列原理的關係。而一般市售硫酸亞錳含2~5個結晶水，筆者建議在新實驗教材中應註明實驗所用硫酸亞錳需選用含一個結晶水者，或改用其他藥品實驗。

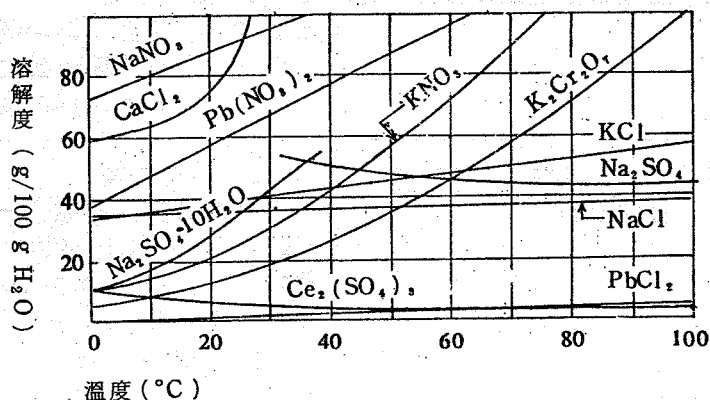
舊教材在化學下冊第十章，雖然也討論到溫度與勒沙特列原理，但沒有相配合的實驗教材。

(2) 有關“再結晶法”之實驗項目：

新教材〔化一·7〕硝酸鉀的溶解度與再結晶。

舊教材：無此方面的實驗。

新實驗教材先探討不同質量的硝酸鉀，分別在5.0克水中全部溶解時的溫度。讓學生觀察到硝酸鉀溶解度在高低溫時有很大差異，而氯化鈉在水中之溶解度受溫度高低之影響不大。即學生的實驗結果可和物質的溶解度曲線相驗證。再進一步將75%硝酸鉀和25%氯化鈉之混合物，利用硝酸鉀和氯化鈉溶解度之相異點，加適當的水於混合物



物質的溶解度曲線

“溶解的平衡”主題概念之新舊實驗教材

		實 驗 活 動 名 稱	與課本有關概念(知能)
新 教 材	基礎 理化	[基化—4·1] 溶解的平衡 (固體的溶解度與溫度的關係)	5-5 平衡的移動 當固體溶解時放熱，如升高溫度不利於溶解，會使溶解度減小。 當固體溶解時吸熱，如升高溫度利於溶解，會使溶解度增加。
	高 中	[化一·7] 硝酸鉀的溶解度與再結晶	5-4 溶解度 1.硝酸鉀在水中溶解度隨溫度升高而增大，且其溶解度在高低溫差異很大。 2.利用硝酸鉀、氯化鈉溶解度對溫度變化差異，先使其溶解而後使其結晶以達到純化的方法——再結晶法。
	化 學	[化二·11] 溶度積	6-4 溶度積常數 定溫時微溶鹽在飽和溶液中離子濃度的乘積是個常數，稱為溶度積常數即 K_{sp} 。
舊 教 材		[十五] 醋酸銀溶度積常數之測定	10-5 溶解平衡 溶度積——定溫時難溶鹽在溶解平衡時的離子濃度乘積是個常數，稱為溶度積即 K_{sp} 。
		[十六] Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} 等之定性分析	10-5 溶解平衡 藉沈澱法分離離子—— $AgCl$, Hg_2Cl_2 , $PbCl_2$ 皆白色沈澱， $PbCl_2$ 可溶在熱水中， $AgCl$ 可溶在氨水中。

實 驗 內 容	科學過程、技能	藥 品
1.稱取硫酸亞錳、氯化銨固體，放入裝有蒸餾水試管中，搖動使之溶解。 2.將試管放入裝水燒杯中，加熱觀察水溫升高，對溶解影響情形。 3.取出試管放入冷水燒杯中，觀察水溫降低對溶解影響情形。	1.使用溫度計 2.觀察固體溶解程 以隨溫度之變化	硫酸亞錳 (MnSO_4) 氯化銨 (NH_4Cl)
1.測量不同重量硝酸鉀分別在一定重量水中，全部溶解時之溫度。 2.將硝酸鉀和氯化鈉之混合物，以再結晶法分離。	再結晶	硝酸鉀 混合物 (硝酸鉀 75 % 加氯化鈉 25 %)
1.配製氯化鉛飽和溶液測其溶解度。 2.測定氯化鉛飽和溶液之$[\text{Pb}^{2+}]$ 利用K_2CrO_4 溶液沈澱，稱取沈澱重量。 3.測定氯化鉛飽和溶液之$[\text{Cl}^-]$ 利用AgNO_3 溶液滴定Cl^- 時，用K_2CrO_4 為指示劑，以紅色Ag_2CrO_4 沈澱出現當作滴定終點。	1.使用三樑天平 2.配製飽和溶液 3.使用漏斗過濾 4.滴定	氯化鉛 鉻酸鉀溶液 (0.1 M) 硝酸銀溶液 (0.1 M) 丙酮
1.稱重銅線圈放在醋酸銀飽和溶液中過夜。 2.將置換過的銅線圈沖洗、乾燥、並稱重量。 3.由銅線圈減少銅之莫耳數，計算出醋酸銀飽和溶液中銀離子、醋酸根離子之濃度。	1.使用三樑天平 2.沖洗及乾燥銅線圈	醋酸銀飽和溶液 銅線 丙酮
1.AgNO_3 , $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 試液分別加入 6M HCl 使之沈澱。 2.各沈澱物加入蒸餾水，置沸騰水浴中，觀察那種氯化物溶於熱水。 3.在熱水中最大溶解度之氯化物溶液加入K_2CrO_4，注意結果。 4.各沈澱物加入 6M $\text{NH}_3(\text{aq})$，注意結果。 5.領取未知溶液加以分析。	1.沈澱之沈降 2.分析未知溶液	硝酸銀溶液(0.1M) 硝酸亞汞溶液 (0.1 M) 硝酸鉛溶液(0.1M) 鉻酸鉀溶液(0.1M) 氨水 (6 M) 硝酸 (6 M) 鹽酸 (6 M)

，加熱溶解，趁熱過濾，再降低濾液溫度，使硝酸鉀先結晶而出，以純化硝酸鉀。在日常生活裡我們所接觸到的物品通常都是混合物或不純物，因此現代人應具備如何使混合物分離或不純物純化的概念和技能。新化學課程編入此教材，其教學目標是很正確的。

(3) 有關“**溶度積**”之實驗項目：

新教材〔化二·11〕溶度積。

舊教材〔十五〕醋酸銀溶度積常數之測定。

新舊兩實驗所導引的概念都是溶度積 (K_{sp})：定溫難溶鹽在溶解平衡時的離子濃度乘積是個常數。

新舊兩實驗所用藥品不同，新實驗教材是測定氯化鉛飽和溶液之溶度積，而舊實驗教材是測定醋酸銀飽和溶液之溶度積。

新舊兩實驗操作過程不同，新實驗教材其操作過程是：

1. 測定氯化鉛飽和溶液的溶解度 (M_1)，並利用 $K_{sp} = M_1 \times (2 M_1)^2$ 求其 K_{sp} ；
2. 測定氯化鉛飽和溶液中鉛離子濃度 (M_2)，並利用 $K_{sp} = M_2 \times (2 M_2)^2$ 求其 K_{sp} ；
3. 測定氯化鉛飽和溶液中氯離子濃度 (M_3)，並利用 $K_{sp} = \frac{M_3}{2} \times (M_3)^2$ 求其 K_{sp} 。

而舊實驗教材其操作過程是將銅線圈放在醋酸銀飽和溶液中過夜，使溶液中銀離子均被銅線圈置換。由銅線圈減少之銅莫耳數，計算出醋酸銀飽和溶液中之銀離子、醋酸根離子濃度，再求其 K_{sp} 。

新實驗教材的優點是以三種不同實驗數據，去測定氯化鉛飽和溶液之溶度積，由操作過程，學生可以學習到配製飽和溶液、沈澱、滴定等技能。且由三種不同實驗數據計算出 K_{sp} 值後，可以知道實驗結果之誤差。但其缺點是操作過程相當費時，而舊實驗教材的優點是操作過程較省時，但其缺點是只使用一種實驗數據去測定醋酸銀飽和溶液之溶度積。

(4) 有關“**藉沈澱法分離離子**”之實驗項目：

新教材：無此方面的實驗。

舊教材〔十六〕 Ag^+ ， Hg_2^{2+} ， Pb^{2+} 等之定性分析

舊實驗教材在學生係過微溶鹽醋酸銀的 K_{sp} 測定之後，讓學生藉沈澱法，先使 Ag^+ ， Hg_2^{2+} ， Pb^{2+} 等產生氯化物白色沈澱，再觀察氯化鉛沈澱會溶於熱水，氯化銀沈澱會溶於氨水中。所導引的概念是利用溶解度的差異，可以將混合溶液中的離子加以分離，且可確認未知溶液中所含之離子種類。

總而言之，有關“溶解的平衡”概念的實驗，新實驗教材項目較多，除注重理論外，且注重與日常生活有關實驗題材，如利用再結晶法分離混合物。而舊實驗教材項目較少，但亦能使學生使用所學習之 K_{sp} ，應用到混合溶液中離子之確認與分離。

參考資料：

1. 師大科教中心：高中基礎理化上冊第 76 頁。
高中基礎理化實驗手冊上冊，國立編譯館。
2. a. 師大科教中心：高中化學第一冊第 93 頁至第 98 頁。
高中化學實驗手冊第一冊，國立編譯館。
b. 師大科教中心：高中化學第二冊第 9 頁至第 13 頁。
高中化學實驗手冊第二冊，國立編譯館。
3. a. 陳朝棟、王澄霞：高中化學（自然科組）下冊第 21 頁至第 25 頁。
高中化學實驗（自然科組）下冊，商務印書館。
b. 車乘會、吳德堡：高中化學（自然科組）下冊第 38 頁至第 50 頁。
高中化學實驗（自然科組）下冊，東華書局。
4. 劉英玫、王澄霞：實驗的探討“固體的溶解度與溫度的關係”科學教育月刊第 71 期 73 年 6 月第 21 頁至第 25 頁。
5. 師大科教中心：高中化學第一冊第 96 頁，圖 5-9 物質的溶解度曲線，國立編譯館。