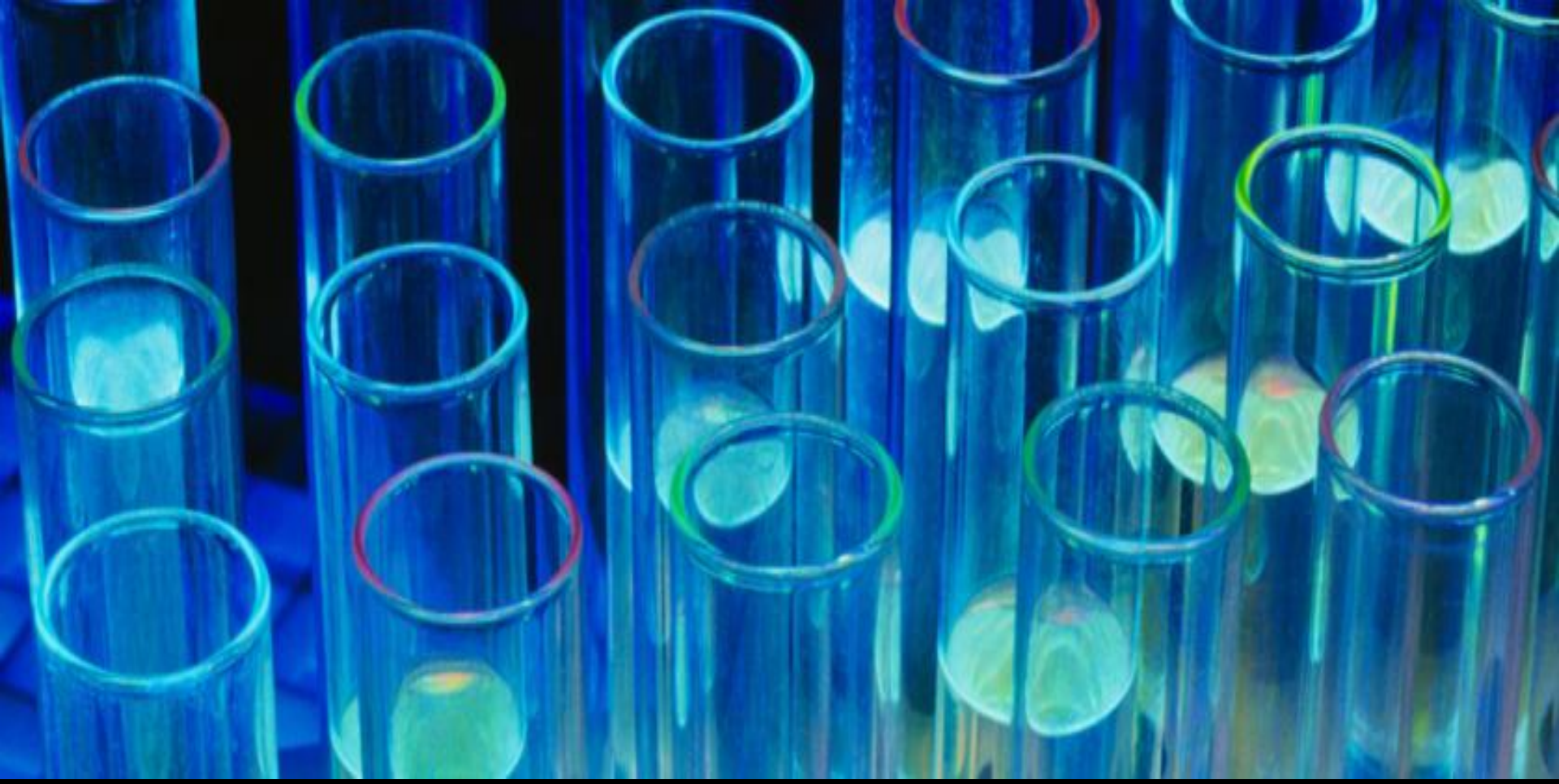
國立中正大學

National Chung Cheng University

積極創新 修德澤人



115−1
實驗十四、溶解度積之測定

(國立臺灣大學出版中心編撰《大學普通化學實驗》第十六版實驗十四)

115.11.29 ~ 115.12.05 (預估時間：1.5 小時)

一、目的

測定不同溫度下醋酸銀 (CH_3COOAg) 的溶度積常數 (K_{sp})。

二、原理

當過量的微溶鹽加入水中時，固體鹽和溶解於水中的離子會達到平衡。且在定溫下，K_{sp} (溶度積常數) 為定值，而此時的溶液，稱做該鹽的飽和溶液。

$$A_mB_{n(s)} \rightleftharpoons mA^{n+}_{(aq)} + nB^{m-}_{(aq)} \qquad \text{(eq. 16–1)}$$

$$K_{sp} = [A^{n+}]^m[B^{m-}]^n \qquad \text{(eq. 16–2)}$$

當兩種離子溶液混合時，若混合溶液中離子濃度太大，使得離子積 (ion product) $Q = [A^{n+}]^m[B^{m-}]^n > K_{sp}$，此時陽離子與陰離子就會結合而產生沉澱。

為了測定醋酸銀 (AgOAc) 之 K_{sp}，須測定出飽和溶液中 Ag^+ 及 OAc^- 的濃度。使用硫氰酸鉀 (KSCN) 進行滴定，產生 AgSCN 白色沉澱，來反推溶液中 Ag^+ 濃度，即可計算出 K_{sp}。

AgOAc 與 KSCN 的滴定反應式如下

$$AgOAc_{(s)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + OAc^{-}_{(aq)} \quad \text{(eq. 16−3)}$$

$$K_{sp} = [Ag^{+}][OAc^{-}] \quad \text{(eq. 16−4)}$$

$$Ag^{+}_{(aq)} + SCN^{-}_{(aq)} \rightleftharpoons AgSCN_{(s)} \quad \text{(eq. 16−5)}$$

(白色沉澱)

$$Fe^{3+}_{(aq)} + SCN^{-}_{(aq)} \rightleftharpoons FeSCN^{2+}_{(aq)} \quad \text{(eq. 16−6)}$$

(指示劑)

(紅色錯離子)

三、儀器與藥品

儀器

助教提供	各組器材櫃
滴定管	燒杯 (100 mL)
蝴蝶夾	錐型瓶 (125 mL)
溫度計	鐵架
濾紙	安全吸球
	刻度吸量管
	磁攪拌子
	電磁加熱攪拌器

三、儀器與藥品

藥品

0.30 M 醋酸鈉 (CH_3COONa)**	0.20 M 硝酸銀 ($AgNO_3$)***
0.05 M 硫氰酸鉀 (KSCN) *	0.17 M 鐵指示劑***

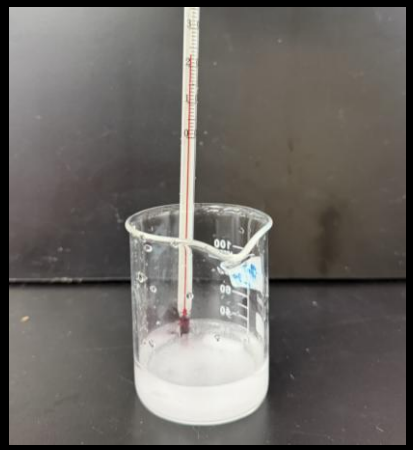
* ：具有腐蝕性 * ：具有氧化性 * ：具有刺激性
* ：具有毒性 * ： $AgNO_3$ 怕光照，須以鋁箔紙包覆

參考資料 https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov

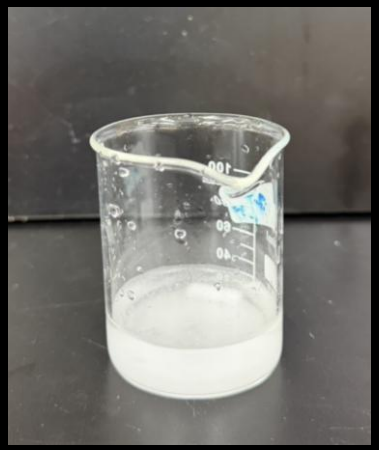
四、實驗步驟

(一) 室溫下的 AgOAc 飽和溶液配置

1. 量取 10.0 mL 之 0.20 M $AgNO_3$ 與 15.0 mL 之 0.30 M NaOAc 溶液置於 100 mL 燒杯中，在室溫下以電磁攪拌器混合約 20 分鐘，並量測混合溶液溫度。



圖一、攪拌完後記錄溫度

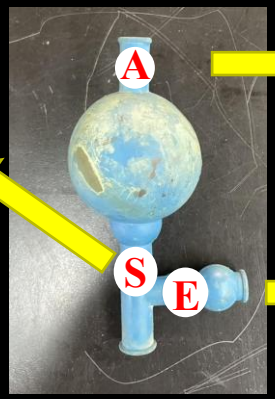


圖二、尚未過濾的混合溶液

2. 透過重力過濾去除 AgOAc 沉澱，所得濾液即為 AgOAc 飽和溶液，如圖三。

3. 使用安全吸球及刻度吸量管取 5.0 mL 的 AgOAc 飽和溶液，置於洗淨之錐形瓶中，並加入約 1.0 mL 的 Fe^{3+} 指示劑，進行預滴定。

圖三、過濾完的混合溶液



吸液閥
(Siphon Liquid)

排氣閥
(Release Air)

排液閥
(Empty Liquid)

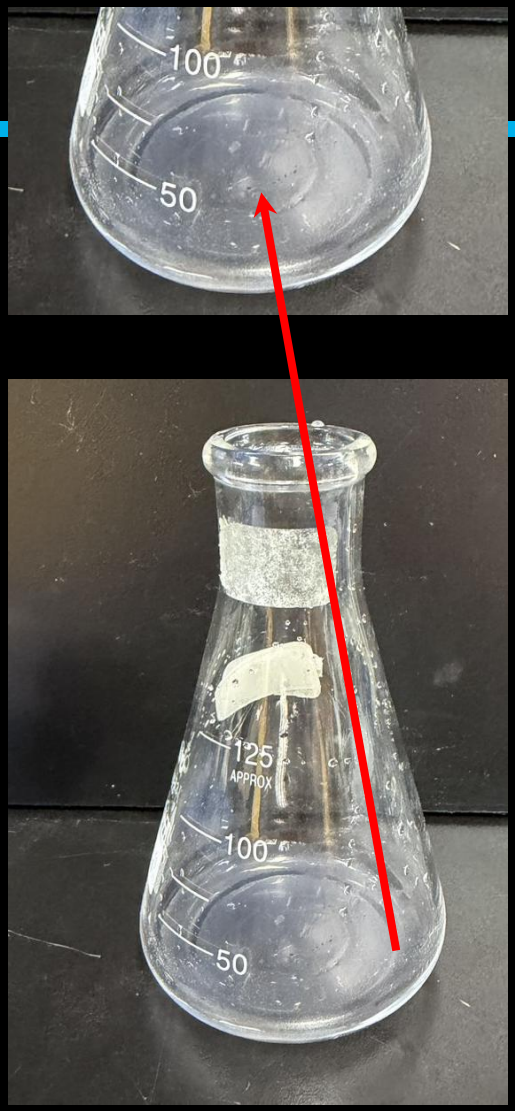
圖四、安全吸球介紹

(二) 常溫下的 AgOAc 飽和溶液滴定

4. 洗淨一支滴定管，以約 4.0 mL 之 0.05 M KSCN 溶液潤洗，再將 KSCN 溶液裝入滴定管，並調整排除氣泡讀記溶液起始體積 (V_i)。

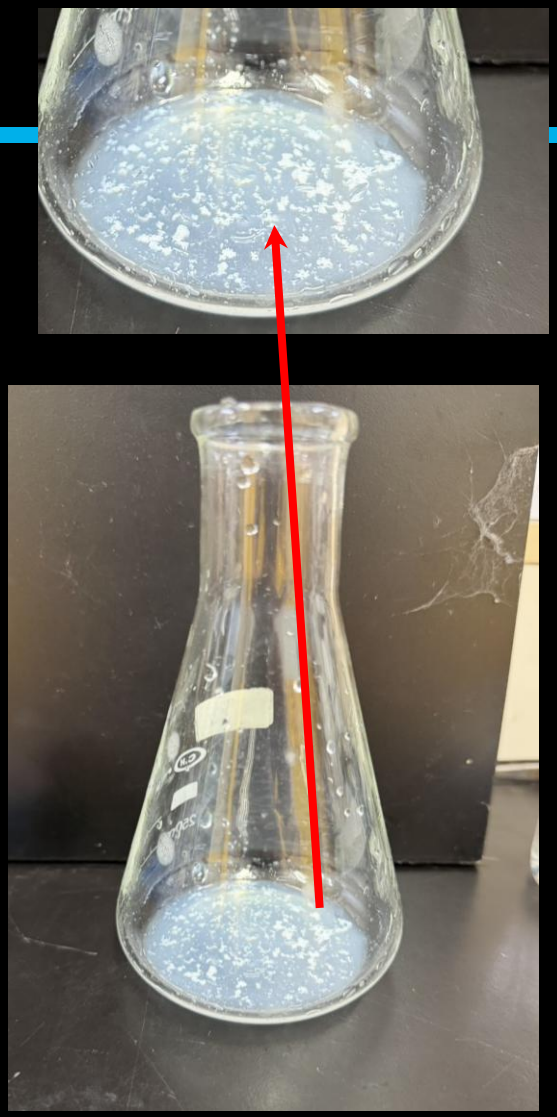
5. 以 KSCN 溶液滴定，可以觀察到瓶中出現 AgSCN (白色沉澱)，繼續滴定到溶液變橙白色 ($FeSCN^{2+}$) 且搖晃 15 秒不褪色即滴定終點，紀錄滴定終點體積 (V_f)。以此預滴定估計下一步驟精確滴定所需之 KSCN 滴定量。

透明無色



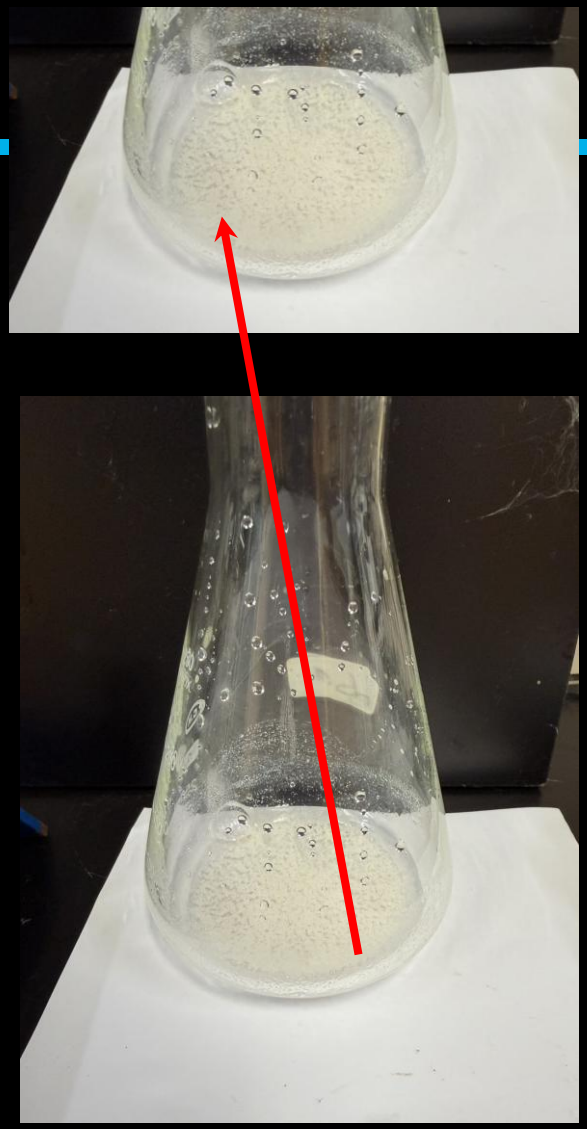
圖五、滴定前

白色沈澱



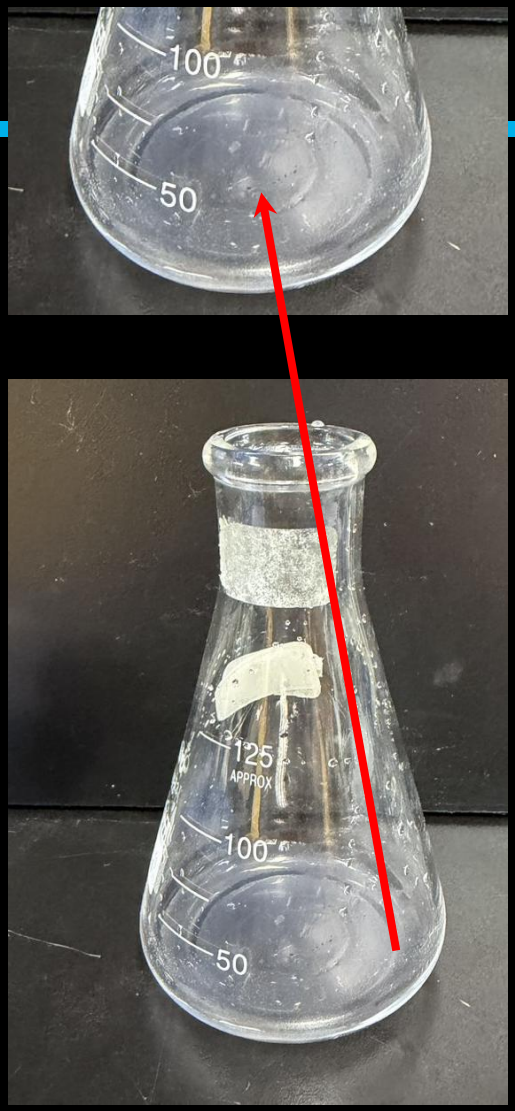
圖六、滴定中

橙白色



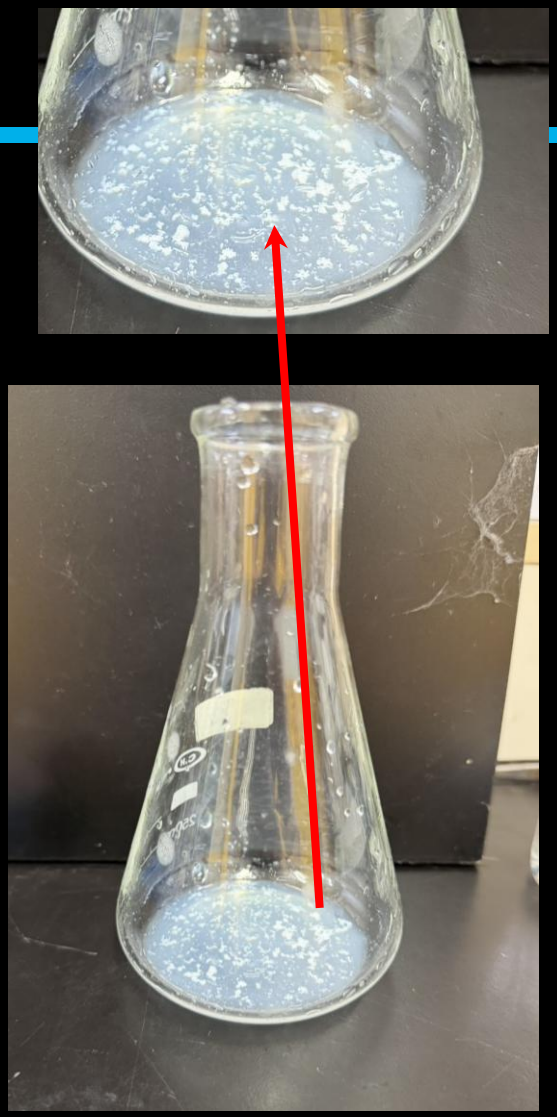
圖七、滴定終點

透明無色



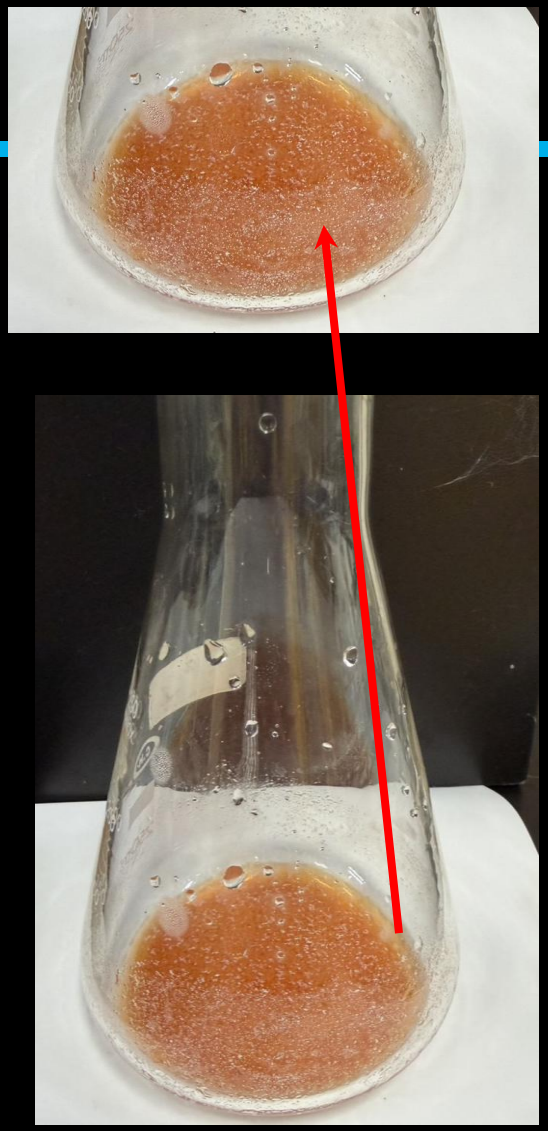
圖五、滴定前

白色沈澱



圖六、滴定中

橙紅色



圖八、滴定過頭

6. 使用安全吸球及刻度吸量管取 5.0 mL 的 AgOAc 飽和溶液，置於洗淨之錐形瓶中，並加入約 1.0 mL 的 Fe^{3+} 指示劑，進行精確滴定。

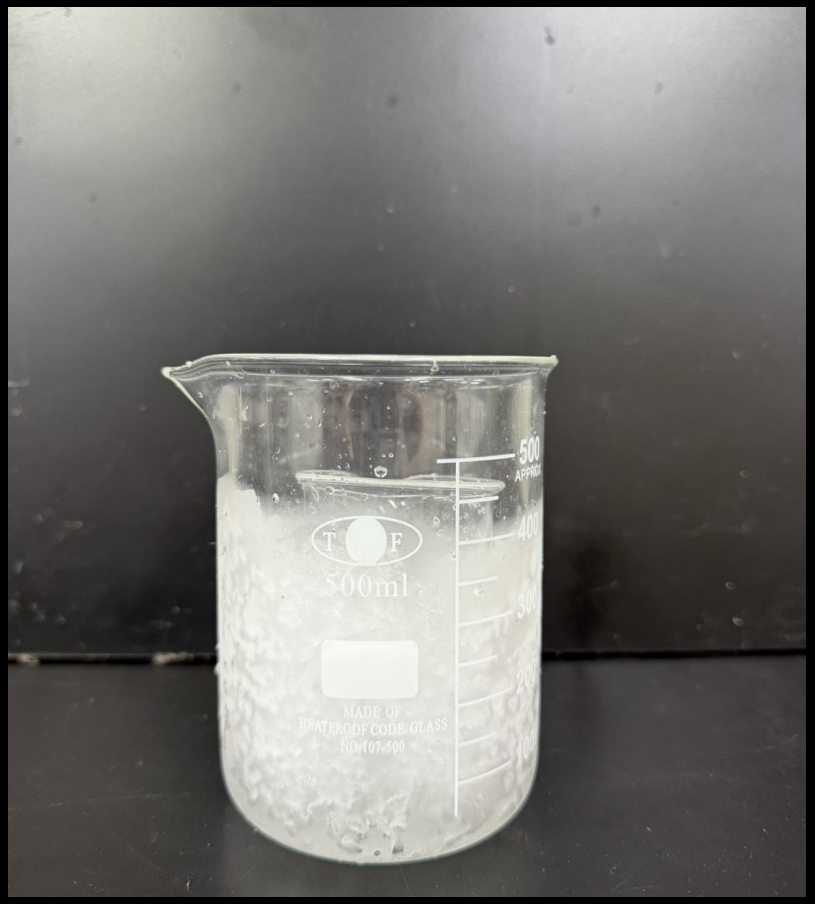
7. 重複步驟 4、5 完成精確滴定。

(三) 低溫下的 AgOAc 飽和溶液配置

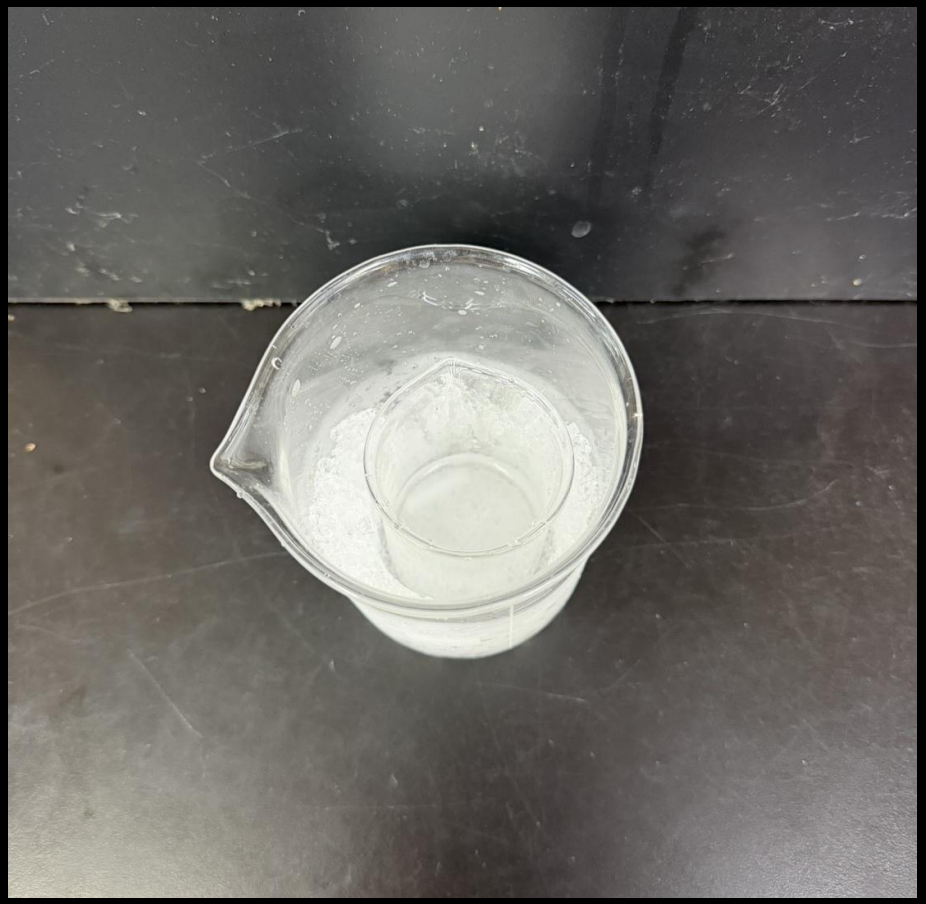
8. 重複實驗步驟 1、2 但是將混和溶液置於冰浴下攪拌，同時測量混和溶液之溫度；攪拌 20 分達溶解平衡後盡快過濾。

(四) 低溫下的 AgOAc 飽和溶液滴定

9. 重複實驗步驟 3～7 完成低溫下 AgOAc 飽和溶液的滴定，並記錄 KSCN 滴定用量。



圖九、冰浴架設圖(平視)



圖十、冰浴架設圖(俯視)

五、注意事項

1. 混合溶液步驟時，應等待 20 分鐘後，讓攪拌停止，再將溫度計放入溶液中測量，否則磁石很可能打破溫度計。
2. 過濾步驟之濾紙不得以去離子水潤溼，以免稀釋溶液濃度。
3. 低溫混合步驟過濾時，尚未濾完之剩餘溶液應保持在冰浴中，以免回溫導致 K_{sp} 改變。
4. 滴定時，錐形瓶下方應放一張白紙，以利觀察溶液顏色變化。
5. 使用完之濾紙，請將固體刮除到助教準備之罐子中， 濾紙則丟到助教準備的 1000 mL 的燒杯中。

五、注意事項

6. 取藥時請務必先取醋酸鈉，待醋酸鈉取好後才取硝酸銀。

7. 實驗進行中，務必要穿著實驗衣，並戴護目鏡、手套。

8. 本實驗中所有藥品皆具毒性及一定的危險性，因此在操作本實驗時請謹守實驗室安全規範及助教指示，以確保安全。

9. 所有藥品及實驗器具皆不能帶出實驗室。

六、實驗數據與結果

測 量 項 目	常溫： °C		低溫： °C	
	粗略滴定	精確滴定	粗略滴定	精確滴定
AgOAc 飽和溶液取量 (mL)	5.0	5.0	5.0	5.0
0.050 M KSCN 體積 (mL)				

計算 AgOAc 之 K_{sp}

$N_{SCN^-} = N_{Ag^+}$

$0.05\ M \times V_{KSCN} = [Ag^+]_f \times V_{AgOAc} = [Ag^+]_f \times 5\ mL$

$K_{sp} = [Ag^+]_f[OAc^-]_f$

六、實驗數據與結果

溫度		
$[Ag^+]_f$ (M)		
$[OAc^-]_f$ (M)		
K_{sp}		

實驗誤差：

理論值　　°C AgOAc 之 K_{sp} =

實驗誤差：

理論值　　°C AgOAc 之 K_{sp} =

七、問題與討論

1. 在本實驗裡，混合溶液過程中產生的白色沉澱與滴定過程中產生的白色沉澱是否為同一種化合物？若不是，各為何種化合物的沉澱？

七、問題與討論

2. 將 10.0 mL 之 0.20 M $AgNO_{3(aq)}$ 與 15.0 mL 之 0.30 M $NaOAc_{(aq)}$ 混合攪拌後並過濾以得到 AgOAc 飽和水溶液。接著取 10.0 mL AgOAc 飽和水溶液並以 0.05 M KSCN 滴定之。當達滴定終點時，共耗去 6.8 mL KSCN，請計算此時 AgOAc 的 K_{sp}。

七、問題與討論

3. 若本實驗混合溶液中的離子濃度太大，導致離子積(ion product) Q ＞ K_{sp}，此時透過 K_{sp} 判斷應該會有沉澱生成，但若實驗進行中沒有觀察到沉澱的生成 (a) 請問此時的溶液發生什麼現象 (b) 那在此現象下有什麼方法可以促使沉澱的生成。

七、問題與討論

4. 本實驗中，若加入鐵指示劑後，溶液的顏色並未如預期呈透明無色，而是瞬間轉為清澈的橘紅色，可能代表什麼化學情況？該如何檢驗？請寫出方法

七、問題與討論

5. 已知醋酸銀 (AgOAc) 在 25˚C 的 K_{sp} 理論值為 4.4×10^{-3} 、標準溶解焓 = + 18.57 kJ/mol ，請問醋酸銀在 36˚C 的 K_{sp} 理論值為何?

國立中正大學化學暨生物化學系

教材製作：莊佳瀅 助教
韓克謙 助教

教材編修：黃睿棠 助教

指導老師：于淑君 教授

製作日期：115.08.30