



醋酸銀溶度積之測定

探究與實作工作坊

臺灣大學化學系余瑞琳講師

2021年10月26日

普通型高級中等學校化學學科中心





溶度積之測定

專用器材：

- 磁攪拌子（1個）
- 安全吸球（1個）
- 10 mL吸量管（1支）
- 125 mL錐形瓶（4個）
- 25 mL滴定管（1支）
- 鐵環（1個）、保麗龍湯杯（1個）
- 乳膠手套

準備個人器材：

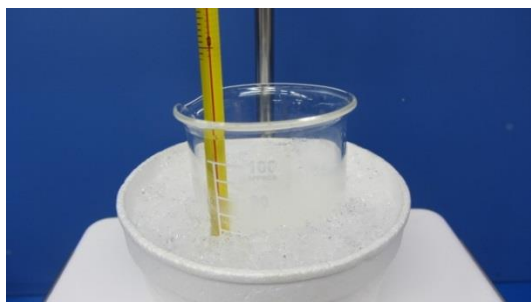
- 漏斗（一大一小，**洗淨烘乾**）
- 100 mL燒杯（4個，**洗淨烘乾**）





實驗技能

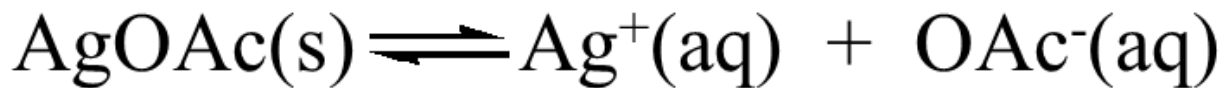
- 定量液體分注器
- 電磁加熱攪拌器 (影片)
- 重力過濾 (影片)
- 刻度吸量管 (影片)
- 滴定 (影片)





目的與原理

- 比較不同溫度下醋酸銀 (CH_3COOAg) 溶度積 (K_{sp})



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

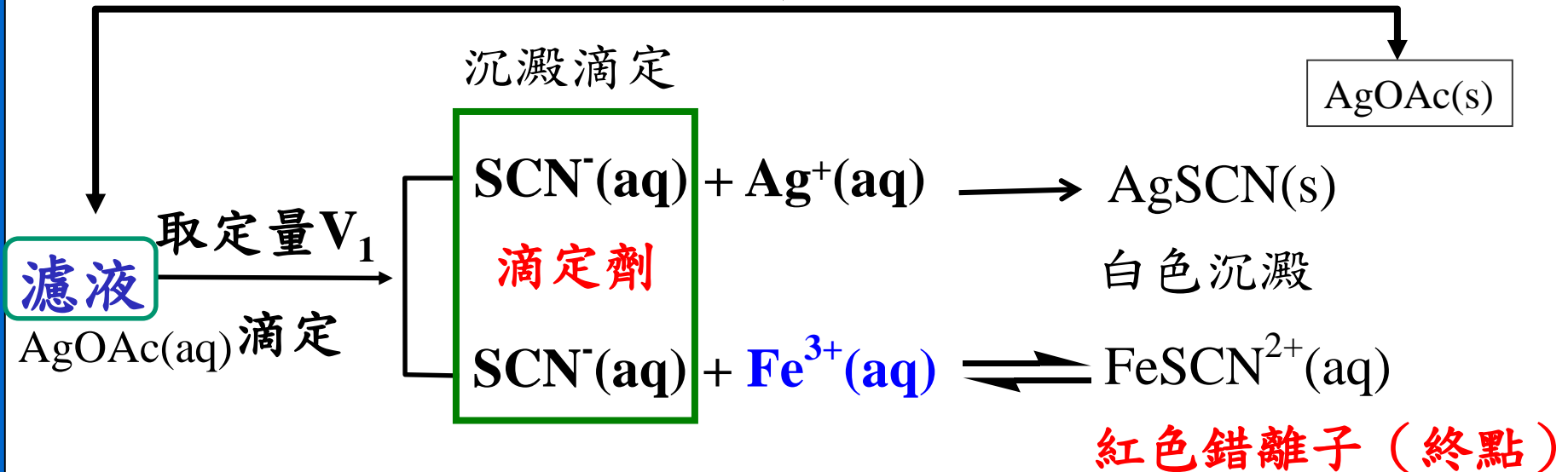
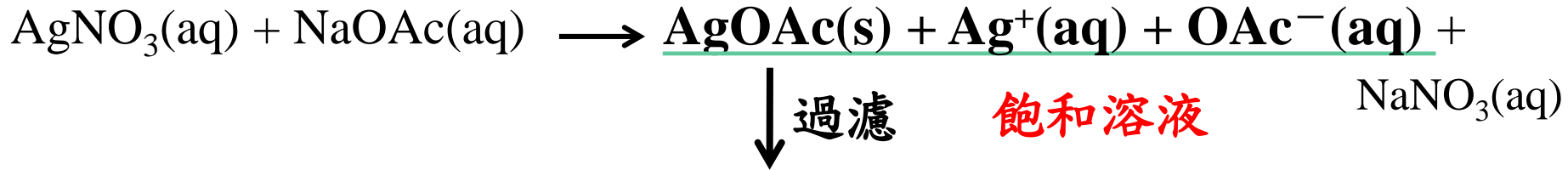
- 測定飽和溶液中 Ag^+ 濃度，計算 OAc^- 濃度
→ 求得 K_{sp}

K_{sp}

- 定溫下微溶鹽之 K_{sp} 為定值
- 同離子效應或溶液 pH 值，可能影響溶解度，但不影響 K_{sp}
- 溫度改變， K_{sp} 值隨之改變



[Ag⁺]_{eq}之定量



伏哈德法 (Volhard method)
當量點：Ag⁺ mol = SCN⁻ mol
即 [Ag⁺]V₁ = [SCN⁻]V₂，可得[Ag⁺]



[OAc⁻]_{eq}之定量計算

(1) 沉澱反應



混合前 **10.0 mL** × 0.20 M = 2.0 mmol **15.0 mL** × 0.30 M (過量) = 4.5 mmol

混合沉澱後 2.0 - 2.0 = 0 mmol **4.5 - 2.0 = 2.5 mmol** 2.0 mmol

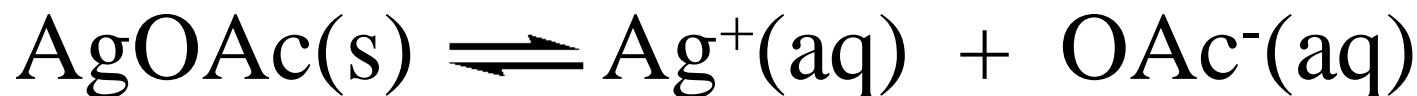
總體積 **10.0** + **15.0** = **25.0 mL**

$$[\text{OAc}^-]_{\text{餘}} = \frac{2.5 \text{ mmol}}{25.0 \text{ mL}} = 0.10 \text{ M}$$



[OAc⁻]_{eq}之定量計算

(2) 解離平衡



平衡前濃度

0 M

0.10 M

解離後平衡濃度

x M

(0.10 + x) M

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{OAc}^-] = x(0.10 + x)$$

有效數字應為2位

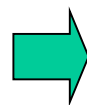


步驟 I - 製備飽和醋酸銀溶液

100 mL 燒杯
洗淨烘乾



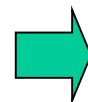
分別取 10.0 mL 0.20 M AgNO_3
15.0 mL 0.30 M NaOAc



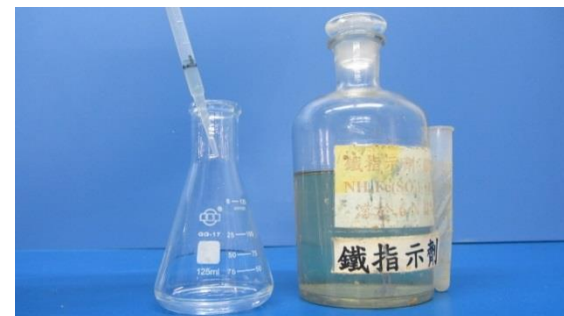
混合攪拌 20 min
(勿加熱) 測溫、記錄



重力過濾
 AgOAc 飽和溶液
(乾淨燒杯裝濾液)



少量 AgOAc(aq) 潤洗吸量管
量取 5.0 mL AgOAc(aq)



加 1 mL Fe^{3+} 指示劑
(公用滴管有刻度)



步驟 II - 架設滴定管



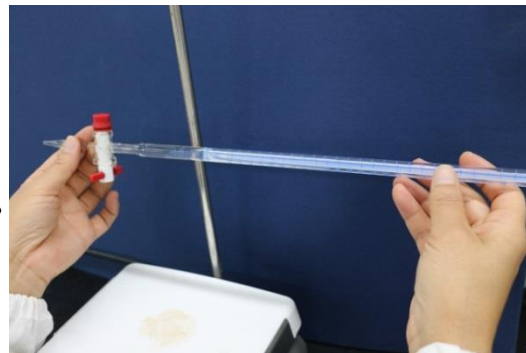
燒杯洗淨烘乾



限取**40 mL**之 0.050 M
KSCN(aq) (約用**20 mL**)
(不夠再取，避免浪費與污染)



小心清洗滴定管
(小心勿撞斷)



約 5 mL之KSCN(aq)
潤洗滴定管2次



- 經漏斗加溶液
- 排除底端氣泡



記錄 V_i
至 0.01 mL



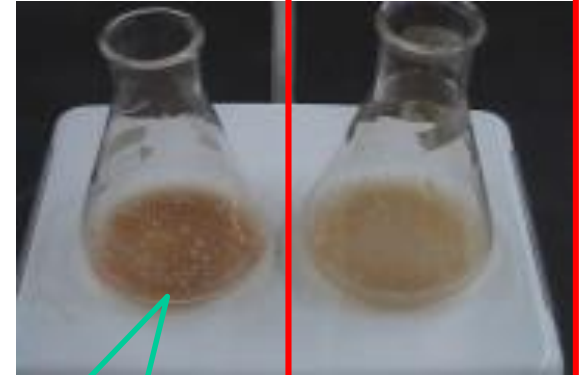
步驟 III - 滴定

滴、搖、滴、搖

滴定搖晃至紅色不褪色(~15秒)
即滴定終點，記錄 $V_f \sim 0.01 \text{ mL}$



滴定管易折斷
應小心操作

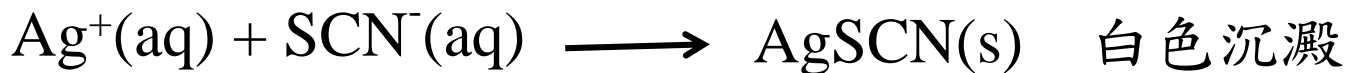


滴定過量

變色即可

■ 滴定過程：

紅色 $\text{FeSCN}^{2+}(\text{aq})$ 錯離子



■ 重複上述操作，改取10.0 mL之 $\text{AgOAc}(\text{aq})$ 進行精確滴定



步驟 IV - 低溫之 K_{sp}

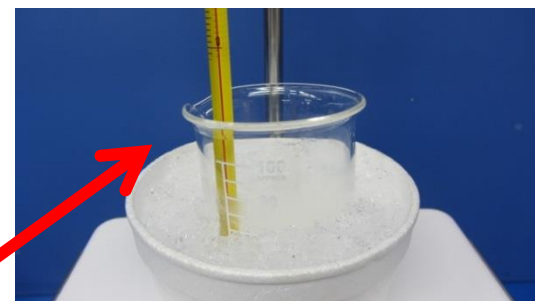
100 mL燒杯
洗淨烘乾



取10.0 mL之0.20 M AgNO_3
及15.0 mL之0.30 M NaOAc



冰浴中攪拌20 min
測溫記錄(勿加熱)



冰浴：裝8分滿冰塊及少許水
溫度計：放在燒杯內測溶液溫度



保持低溫、盡快過濾
未濾完之溶液保持在冰浴中

1. 少量 AgOAc 飽和溶液潤洗吸量管
2. 吸量管量取 5.0 mL AgOAc(aq) 於錐形瓶
3. 加入 **1 mL**之 Fe^{3+} 指示劑
4. 滴定至**紅色**不褪色 (~15秒)
5. 重複上述操作，**改取10.0 mL AgOAc(aq)** 進行精確滴定



實驗數據範例

測定項目		室溫 24.0 °C		冰浴 3.5 °C	
		預滴定	精確滴定	預滴定	精確滴定
AgOAc飽和溶液 (mL)		5.00	10.00	5.00	10.00
0.050 M KSCN	V_i (mL)	1.70	5.50	4.17	6.40
	V_f (mL)	5.50	13.50	6.40	11.03
滴定體積	ΔV (mL)	3.80	8.00	2.23	4.63



$C_1V_1 = C_2V_2$ 求得 Ag^+ 濃度

溫度 (°C)	(1) 24.0	(2) 3.5
$[Ag^+]$ (M)	$[Ag^+] \times 10.00 = 0.050 \times 8.00$ $[Ag^+] = 0.040$	0.023
$[OAc^-]$ (M)	$0.10 + 0.040 = 0.14$	0.12
K_{sp}	5.6×10^{-3}	2.8×10^{-3}



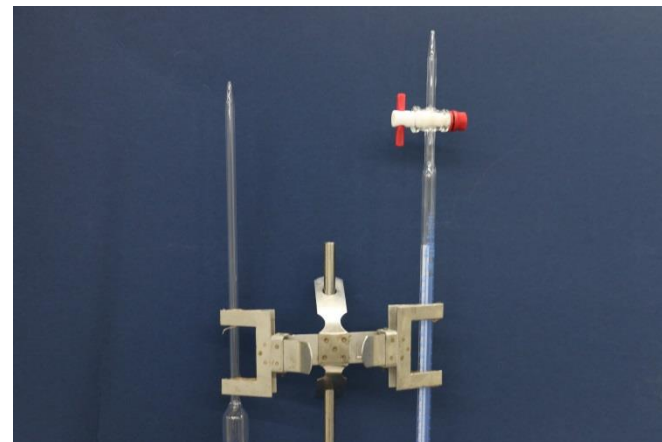
實驗注意事項

- 避免硝酸銀接觸衣物、皮膚（戴乳膠手套）
- 醋酸銀沉澱液先量測平衡溫度，再過濾
- 吸量管、滴定管先以溶液潤洗，以免濃度被稀釋
- KSCN以燒杯取用40 mL，不夠再補取
- KSCN(aq)需經小漏斗加入滴定管中
- 滴定管底端的氣泡需完全趕除，整支滴定管充滿液體不可有氣泡
- 鐵指示劑以公用塑膠滴管取約1 mL（非1滴）
- 攪拌子以公用磁棒吸取出，勿倒至廢液桶或水槽，需交還助理助教



實驗結束後處理與注意事項

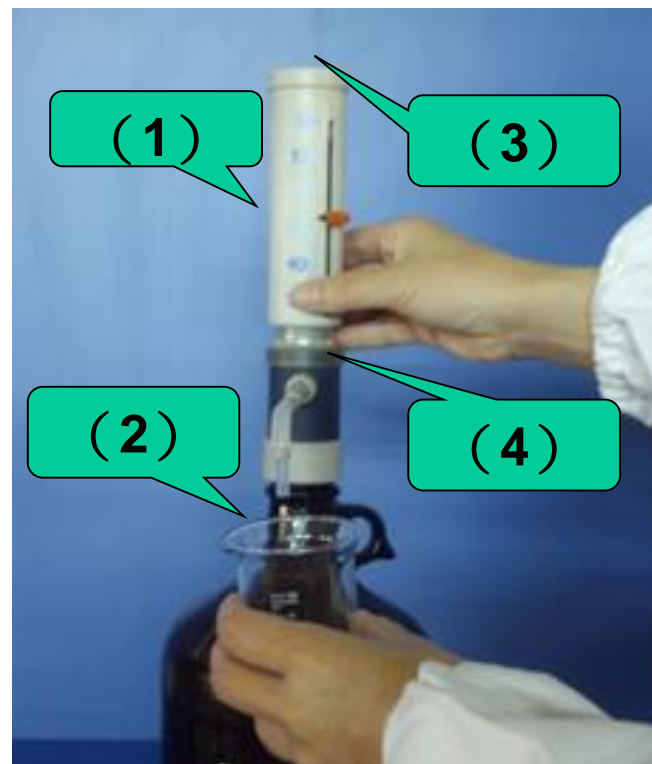
- 過濾後濾紙以**鑷子**夾取，勿用手抓取
- 攪拌子交還助教
- 廢液及沉澱中均含**貴金屬 Ag**，**所有廢液原液**應收集倒入**指定回收桶**
- 滴定管洗淨倒夾於**滴定管夾**
- 錐形瓶以毛刷刷洗乾淨





定量液體分注器 (Dispenser)

- 檢視刻度設定於正確值，勿再自行調動
- 容器靠近唧筒出口
- 輕拉抽氣唧筒到頂
- 慢壓抽氣唧筒到底
- 取得溶液於容器中





電磁加熱攪拌器

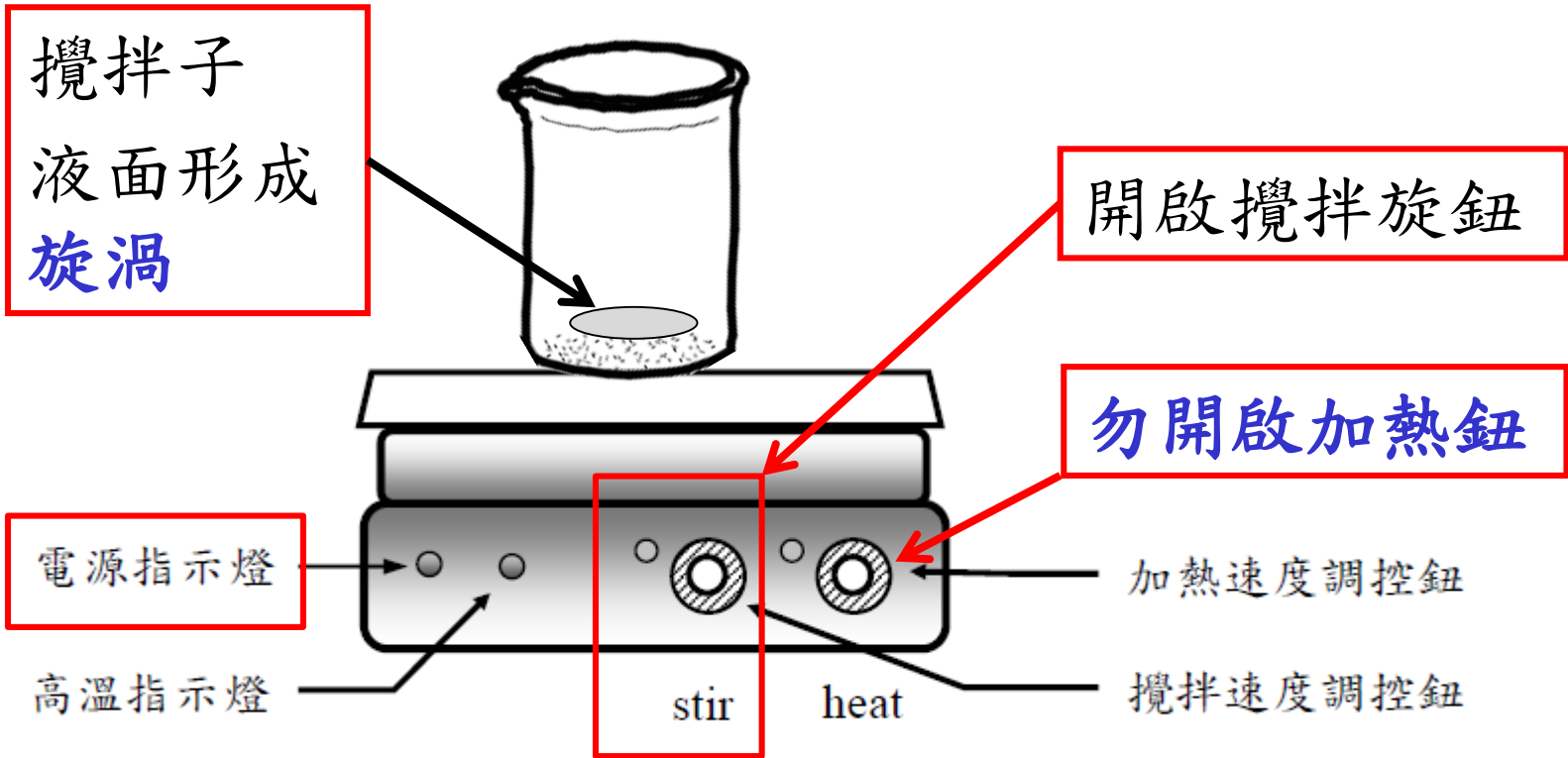
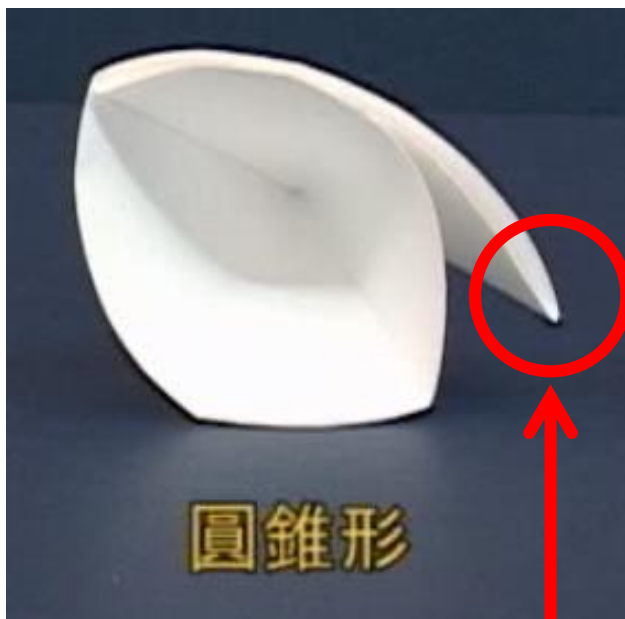


圖 T2-1 電磁加熱攪拌器示意圖



重力過濾

- 圓錐形濾紙摺法
- 對摺，再對摺



撕去此角

- 裝置架設



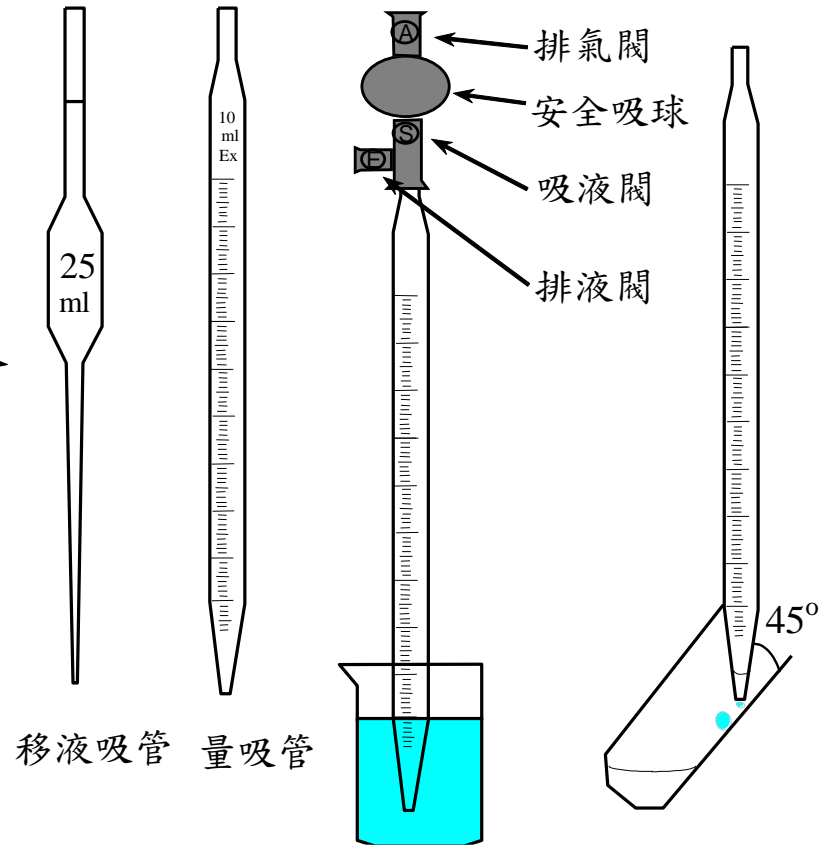
- 高度置中
- 長頸斜切口貼齊杯壁

本實驗濾紙不需用蒸餾水潤濕



刻度吸量管

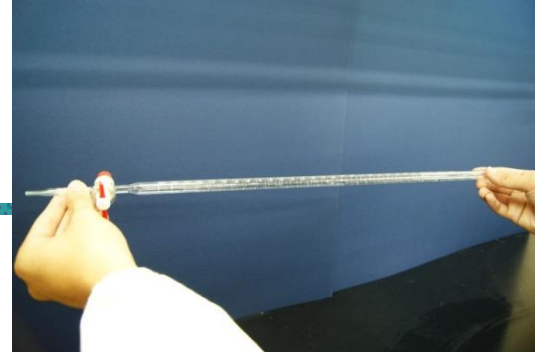
- 洗淨 10 mL 刻度吸量管
- 以少量待取試液潤洗 2 次
- 檢查安全吸球有無漏氣
- 以安全吸球吸取溶液超過標線
- 調整溶液到標線位置
- 轉置於錐形瓶
- 吸量管口貼靠器壁
- 全部流放後停留約 15 秒
- 殘餘尖端溶液不強制排放
- 實驗後儘速沖洗乾淨



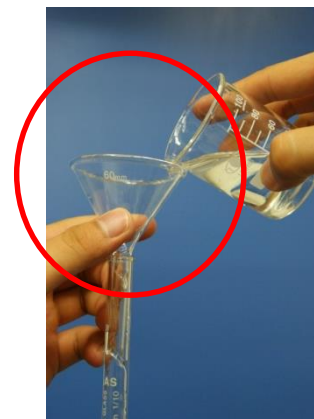


滴定操作

- 洗淨25 mL滴定管
- 以約5 mL之KSCN(aq) 潤洗2次
- 經小漏斗裝入KSCN(aq)整支滴定管均應充滿溶液，不可有氣泡
- 趕除底端氣泡
- 讀取、記錄滴定管之初體積 V_i 與終體積 V_f 至0.01 mL
- 慣用手搖瓶，另一手控活栓，一人操作



潤洗



經漏斗
加液



白底藍背線