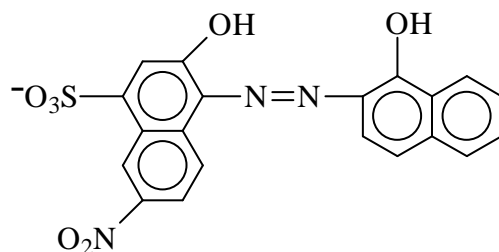
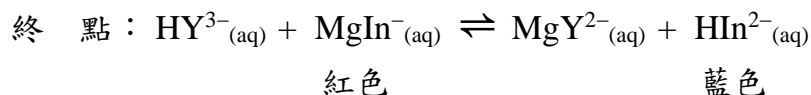
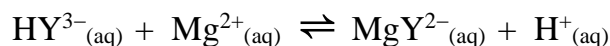
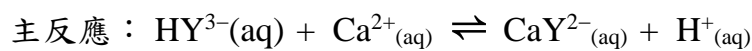


black T，縮寫 E.B.T，以 H_2In^- 表示），來偵測滴定終點，此指示劑可與鎂離子形成穩定的紅色錯合物， MgIn^- 。硬水中如有微量的 MgIn^- 存在時，當 EDTA 開始加入時，先與游離的 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 結合，直到溶液中 Ca^{2+} 與 Mg^{2+} 均與 EDTA 形成螯合物時，此時再加入的 EDTA 立刻將 MgIn^- 解離，而與 Mg^{2+} 螯合，使得指示劑回復到藍色，表示達到滴定終點。



Eriochrome black T

在硬水滴定過程中使用氨水的緩衝液 ($\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$)，控制溶液在 $\text{pH}=10$ 的環境下進行，此時 EDTA 成 HY^{3-} 的型式，此型式僅能與第二族元素離子形成良好的錯合物，而不會與經常存在水中的其他離子 (如 Fe^{3+}) 反應，滴定的反應方程式如下：



器材 滴定管，100 mL 量瓶，燒杯，攪拌器，磁石（攪拌子），250 mL 錐形瓶，漏斗，蝴蝶夾，量筒

藥品 CaCO_3 ，EDTA， NH_4Cl ， NH_4OH ，Eriochrome black T (E.B.T)，HCl，鮮奶

注意事項：

1. 量瓶內的溶液必須與室溫接近，不可直接將量瓶用來加熱或低溫冷卻。
2. 量瓶配完標準溶液後，就將溶液倒入燒杯中備用；量瓶不用來保存溶液。
3. 量瓶使用完後，洗淨交回，瓶蓋勿蓋上。
4. 將放置標準溶液的燒杯蓋上保鮮膜、貼上標籤，避免污染。
5. 依組別編號取用滴定管！

6. 滴定管使用完後，旋栓要拆下來洗；然後依序裝回旋栓。
7. 記得先將燒杯中的磁石取出，方可倒棄溶液。
8. 使用完攪拌器後，關掉電源，拔掉插頭。

實驗步驟

A. 配製標準 Ca^{2+} 溶液

1. 稱 0.16 g 左右的 CaCO_3 ，重量精確記錄到 1 mg，置入一 100 mL 的燒杯中。加入 5 mL 的蒸餾水，再慢慢加入 16 滴 6 M HCl，用錶玻璃蓋住燒杯，讓杯內反應進行使固體溶解，若尚有殘留未能溶解的固體，可再加 6 M HCl，直至所有的 CaCO_3 固體溶解，用少許蒸餾水潤洗杯壁，然後加熱至沸騰。（不要與釋出的 CO_2 氣泡混淆， CO_2 的釋出與加熱沸騰過程同時進行。）
2. 加入 20 mL 蒸餾水，攪拌冷卻後將溶液倒入 100 mL 量瓶內，再用少量蒸餾水潤洗燒杯並再倒入量瓶內，如此重複幾次，以確定所有 Ca^{2+} 全部倒入瓶內。
3. 用滴管緩慢加蒸餾水至標線，蓋上瓶蓋，來回顛倒量瓶數次，使之充分混合。

※ 滴定前的準備

1. 取 0.1 M EDTA 溶液 15 mL，加蒸餾水稀釋至總體積為 150 mL，混合均勻，備用。
2. 將滴定管徹底洗淨，用約 5 mL 稀釋過的 EDTA 溶液潤洗滴定管，至少重複二次。打開開關放出潤洗的 EDTA 溶液，再關開關，然後以漏斗輔助，將 EDTA 溶液加入滴定管至 50 mL 高度(刻度 0)，確定滴定管內及滴定管下方尖端處沒有任何氣泡。
3. 滴定前，將漏斗取下。

B. 空白滴定

1. 參考溶液的製備：取 25 mL 蒸餾水和 5 mL pH = 10 的緩衝液放入 250 mL 錐形瓶中。加入 8 滴的 Eriochrome black T (E.B.T) 指示劑，此時溶液應為天藍色，就用此溶液當作滴定終點的參考。

2. 如果參考溶液的顏色為藍紫色，則使用 EDTA 溶液滴定至天藍色，將所需的 EDTA 體積記錄下來，此即稱為空白滴定。在計算 EDTA 溶液濃度時，須將空白滴定所使用的 EDTA 溶液體積扣除。

C. EDTA 溶液的標準化

1. 取 25 mL 的標準 Ca^{2+} 溶液放入 250 mL 錐形瓶內，加入 5 mL pH = 10 的緩衝液，和 8 滴的 E.B.T 指示劑，此時溶液應為紅色。
2. 取稀釋過的 EDTA 溶液裝滿滴定管(刻度為 0)，記錄開始時滴定管的刻度後，開始滴入 EDTA 溶液於錐形瓶中並旋轉搖晃之。在接近終點時，顏色開始淡褪且變成紫色，直到紅色消失而溶液顏色變天藍色(較淡於參考溶液的顏色)，就是達到滴定終點，記錄終點時滴定管的刻度，算出滴定所需體積*。保留此滴定液當作下一個滴定的參考。
 - * 接近終點的反應相當緩慢(約 1 秒)，所以不必著急。
 - * 如果你對滴定終點的顏色有懷疑，可加幾滴 Ca^{2+} 離子於溶液內，再以 EDTA 滴定，重複此過程，但不需記錄所需 EDTA 體積，直至你能以一滴 EDTA 溶液控制滴定終點。
3. 重複第 1~2 步驟一次。

D. 鮮奶中鈣含量的測定

拿 10mL 量筒跟老師領取 5 mL 的鮮奶樣品，取回後倒入 250mL 燒杯中，加入 45mL 蒸餾水攪拌均勻(稀釋 10 倍)，分兩次滴定，每次將 25mL 稀鮮奶放入 250 mL 錐形瓶內，加入 5 mL pH = 10 的緩衝液，和 8 滴的 E.B.T 指示劑，此時溶液應為紅色。重複 C 部分第 2 步驟進行滴定直到終點。

水的硬度測定

實驗報告

組別: _____ 組員簽名: _____

結果 (網底的空格為觀察或記錄之數據, 其餘則填入計算數據)

A. 配製標準 Ca^{2+} 溶液

CaCO ₃ 的重量	g
製備 Ca^{2+} 溶液的總體積	100 mL
樣品中 CaCO ₃ 的莫耳數 (CaCO ₃ 式量為 100.1)	mol
	計算過程:
Ca^{2+} 溶液的濃度 = $\frac{\text{CaCO}_3 \text{ 的莫耳數}}{\text{溶液的體積(L)}}$ (注意: 計算時體積應先從毫升換算成公升)	M
	計算過程:
每次滴定 25 mL Ca^{2+} 溶液的莫耳數 = Ca^{2+} 溶液的濃度 × 溶液的體積(0.025 L)	mol
	計算過程:

B. 空白滴定

滴定管中的初讀數	mL
滴定管中的末讀數	mL
滴定參考溶液所需 EDTA 的體積	mL

C. EDTA 溶液的標準化

滴定次數	第一次	第二次
滴定管初讀數	mL	mL
滴定管末讀數	mL	mL
滴定 Ca^{2+} 溶液所需 EDTA 的體積 = 滴定管末讀數 - 滴定管初讀數	mL	mL
滴定 Ca^{2+} 溶液所需 EDTA 的平均體積	mL	
空白滴定所需 EDTA 的體積 (由 B 部份得知)	mL	
滴定 Ca^{2+} 溶液所需 EDTA 的平均體積 (須扣除空白滴定的體積)	mL	
EDTA 的濃度	M	
參考公式： $M_{\text{EDTA}} \times V_{\text{EDTA}} (\text{L})$ = 25 mL Ca^{2+} 溶液的莫耳數 (注意：計算時體積應先從毫升換算成公升； 25mL Ca^{2+} 溶液的莫耳數使用 p.5 計算結果)	計算過程：	

D. 牛奶中鈣含量的測定

市售牛奶品牌：

滴定次數	第一次	第二次
稀釋後牛奶的體積	mL	mL
滴定管初讀數	mL	mL
滴定管末讀數	mL	mL
滴定稀牛奶所需 EDTA 的體積 = 滴定管末讀數 - 滴定管初讀數	mL	mL
滴定稀牛奶所需 EDTA 的平均體積	mL	
滴定稀牛奶所需 EDTA 的平均體積 - 空白滴定體積	mL	
滴定稀牛奶所需 EDTA 的毫莫耳數 = $M_{\text{EDTA}} \times V_{\text{滴定稀牛奶所需 EDTA 的平均體積} - \text{空白滴定體積(mL)}}$ (注意: EDTA 體積莫耳濃度應使用 p.6 標準化之濃度)	mmol	
	計算過程：	
滴定稀牛奶所含鈣的毫克數 (鈣式量為 40.1) = 滴定稀牛奶所需 EDTA 的毫莫耳數 × 鈣的式量	mg	
	計算過程：	
一瓶牛奶所含鈣的毫克數 = 滴定稀牛奶所含鈣的毫克數 / 2.5mL × 一瓶牛奶體積(_____ mL)	mg	
	計算過程：	

問題

1. 何謂硬水？硬水的使用可能造成何種問題？

2. (1)本實驗的指示劑為何？

(2)為何滴定時要加入此指示劑？

3. 為何一般水中含有 Ca^{2+} 或 Mg^{2+} ？請詳述之。

4. 本實驗中之緩衝液是選用 $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ ，是否可改用其他緩衝溶液？為什麼？
