

附錄二：教案和學習單

12 年國教素養導向教學方案

教案設計理念與動機

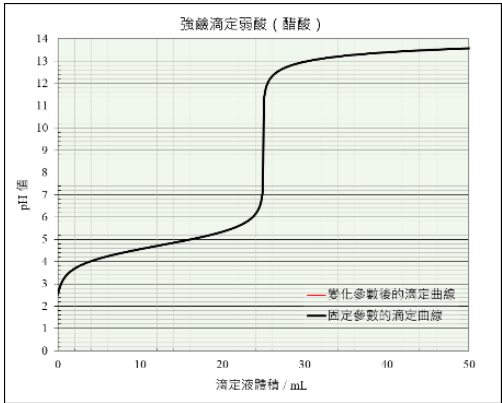
傳統上，酸鹼滴定著重於學生動手操作實驗學習操作技術，以及定量分析未知酸（鹼）的濃度。通常，學生對酸鹼滴定曲線原理和概念的理解是透過教師在實驗之前以講述方式來完成，缺乏親自動手學習，這種學習方式顯得抽象化而不形象化。

為了呼應新課綱對高中修習自然科學學生學習酸鹼滴定的要求，設計者特別規劃學生動手操作來學習酸鹼滴定的原理。透過一份由設計者開發的 MS-Excel 互動式酸鹼滴定曲線模擬器，讓學生可以根據自己的興趣和需求自由調整參數，立即觀察到滴定曲線的變化，學習到酸鹼滴定曲線的原理，特別在生成滴定曲線、觀察當量點和半當量點、選擇合適指示劑等方面。建議教學方式採用分組合作學習、教師引導教學並從旁協助、組內討論和分組發表。

領域/科目	自然科學領域/化學科	設計者	游文綺、胡景瀚
實施年級	高中三年級	教學節次	共 2 節（可自行延伸）
單元名稱	透過 MS-Excel 學習滴定曲線的原理		
設計依據			
學習重點	學習表現	核心素養	
	pa-Va-1 能辨明多個自變項或應變項並計劃適當次數的測試、嚴謹地預測活動的可能結果和可能失敗的原因。在有限的指導下，能依據指導或展現創意，依據問題特性、學習資源（設備、時間、人力等）、預期成果（包括信效度）、對社會環境的影響等因素，有效率地規劃最佳化的實作（或推理）探究活動或問題解決活動。 pc-Va-2 能利用口語、影像（例 攝影、錄影）、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果，並選擇合適的發表方式和途徑。視需要，並能摘要描述目的、特徵、方法、發現、價值、限制、運用及展望等。		U-A2 具備系統思考、分析與探索的素養，深化後設思考，並積極面對挑戰以解決人生的各種問題。 U-B1 具備掌握各類符號表達的能力，以進行經驗、思想、價值與情意之表達，能以同理心與他人溝通並解決問題。 U-C2 發展適切的人際互動關係，並展現包容異己、溝通協調及團隊合作的精神與行動。

	學習內容	CJd-Va-6 酸鹼滴定原理與定量分析。 (學習內容說明：6-1 酸鹼滴定之原理、計算及滴定曲線之意義，6-2 實驗：酸鹼滴定。)		
議題融入	實質內涵	無		
	所融入之學習重點	無		
學習目標				
<p>1. 認知領域</p> <p>1-1 認識【強鹼滴定弱酸】滴定曲線的模樣與其趨勢。</p> <p>1-2 認識【強酸滴定弱鹼】滴定曲線的模樣與其趨勢。</p> <p>1-3 理解【強鹼滴定弱酸】滴定的當量點、半當量點及弱酸的 K_a。</p> <p>1-4 理解【強酸滴定弱鹼】滴定的當量點、半當量點及弱鹼的 K_b。</p> <p>1-5 理解酸鹼滴定曲線各階段的意義和緩衝溶液的概念。</p> <p>1-6 理解合適的酸鹼指示劑可當作滴定終點的判定。</p> <p>2. 技能領域</p> <p>2-1 學會探索【強鹼滴定弱酸】滴定曲線的過程。</p> <p>2-2 學會探索【強酸滴定弱鹼】滴定曲線的過程。</p> <p>2-3 學會觀察並找出【強鹼滴定弱酸】的當量點、半當量點及弱酸的 K_a。</p> <p>2-4 學會觀察並找出【強酸滴定弱鹼】的當量點、半當量點及弱酸的 K_b。</p> <p>2-5 學會計算酸鹼滴定曲線各階段的酸鹼度 (含化學計量和酸鹼平衡的計算) 。</p> <p>2-6 學會找出合適的酸鹼指示劑可當作滴定終點的判定。</p> <p>2-7 學會網路搜尋並找到酸鹼解離常數和酸鹼指示劑 pH 範圍與其對應的顏色變化。</p> <p>2-8 能利用口語、影像、文字與圖案、科學名詞、數學公式等，表達小組學習的過程或成果，並選擇合適的發表方式和途徑。</p> <p>3. 情意領域</p> <p>3-1 能以積極的態度參與小組合作和討論。</p> <p>3-2 能以用心的態度準備並發表小組的學習成果。</p>				

3-3 能以積極的態度參與全班的討論，並樂意傾聽別人的發表。

教學活動設計		
教學活動內容及實施方式	時間	備註
第一節：實施準備活動和發展活動 (1/2)		
壹、準備活動		
<p>一、課前準備：準備上課需用教學設備和教具，以及學生使用教材。</p> <p>二、分組：學生分成小組，每組 4-5 人，確保每組有不同的背景和觀點。(若筆電、平板電腦或桌上電腦數量充裕，建議每組 2-3 人，讓學生有更多的參與機會。)</p> <p>三、複習：學生在實際操作酸鹼滴定後，教師詢問有關的問題並請學生回答：在實驗室進行酸鹼滴定时學到什麼操作技巧和定量分析。</p> <p>四、引起動機：教師詢問學生下列問題：</p> <p>1. 若強鹼滴定液 (氫氧化鈉溶液) 以逐次小量方式滴到待測弱酸溶液 (醋酸溶液) 中，並測量混合溶液的 pH 值，以滴定液體積為橫座標，以 pH 值為縱座標，想像畫出滴定曲線。(畫在學習單上)</p>	<p>課前</p> <p>2(2)</p> <p>6(8)</p> <p>8(16)</p>	<p>單槍和投影；MS-Excel 互動式酸鹼滴定曲線模擬器；筆電、平板電腦或桌上電腦；學習單</p> <p>教師詢問問題發下學習單撰寫學習單 (第一項)</p>
		
圖 1：強鹼滴定弱酸的滴定曲線		
<p>2. 若強酸滴定液 (鹽酸) 以逐次小量方式滴到待測弱鹼溶液 (氨水) 中，並測量混合溶液的 pH 值，以滴定液體積為橫座標，以 pH 值為縱座標，想像畫出此滴定曲線。(畫在學習單上)</p>		

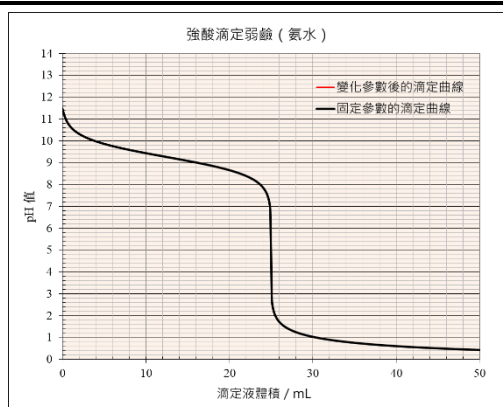


圖 2：強酸滴定弱鹼的滴定曲線

3. 為何選用酚酞指示劑當作滴定終點的判斷？還有什麼指示劑適用？（簡述在學習單上）

貳、發展活動（1/2）

（一）探索【強鹼滴定弱酸】的滴定曲線

- 教學方式：教師引導並從旁協助，學生分組探索、組內討論並撰寫學習單。
 - 評量方式：小組參與表現、學習單撰寫
 - 教學項目：如下所述
1. 學生透過 MS-Excel 模擬器，觀察滴定曲線（黑色曲線）。
 2. 改變弱酸不同體積，觀察並比較生成滴定曲線的同異處並說明其原因。

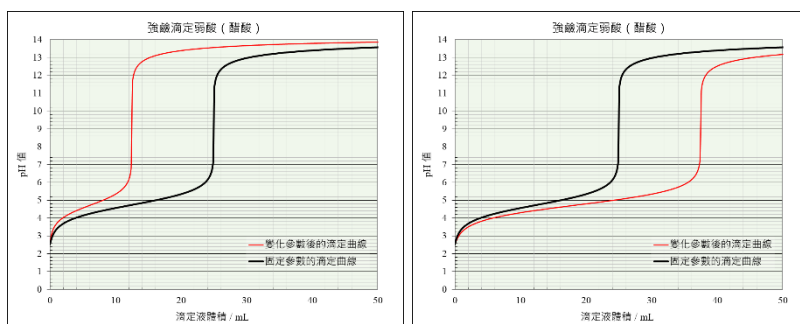


圖 3：醋酸體積改為 25 mL（左）；醋酸體積改為 75 mL（左）

3. 改變弱酸不同濃度，觀察並比較生成滴定曲線的同異處並說明其原因。

18(34)

單槍和投影
學生下載並使用模擬器檔案
教師引導並從旁協助
分組探索
組內討論
撰寫學習單
(第二項)

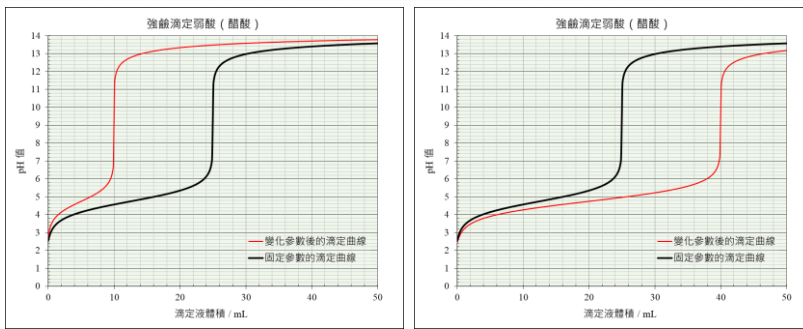


圖 4：醋酸濃度改為 0.2 M (左)；醋酸濃度改為 0.8 M (右)

4. 改變使用強鹼 (滴定液) 不同濃度，觀察並比較生成滴定曲線的同異處並說明其原因。

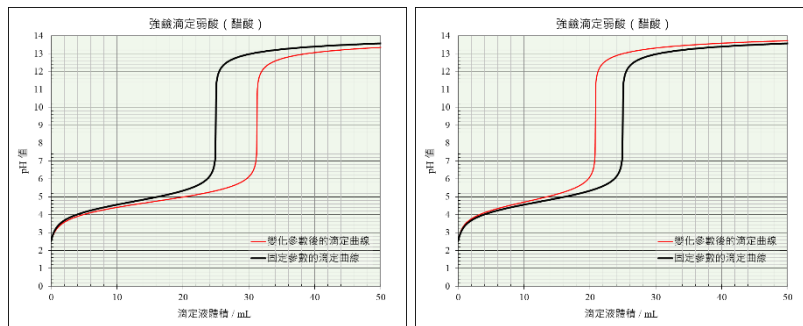


圖 5：強鹼濃度改為 0.8 M (左)；強鹼濃度改為 1.2 M (右)

5. 改變醋酸為其他弱酸 (即改變 K_a 值)，觀察並比較不同弱酸生成滴定曲線的同異處並說明其原因。

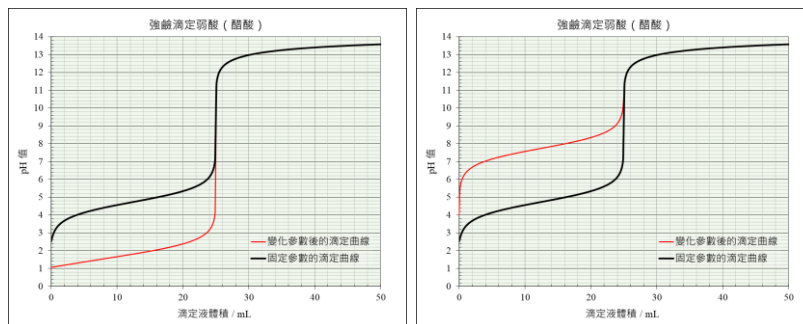


圖 6：比醋酸強 1000 倍的酸 (左)；比醋酸弱 100 倍的酸 (右)

(二) 探索【強酸滴定弱鹼】的滴定曲線

- 教學方式：教師引導並從旁協助，學生分組探索、組內討論並撰寫學習單。
 - 評量方式：小組參與表現、學習單撰寫
 - 教學項目：如下所述
1. 學生透過 MS-Excel/MS-Excel 模擬器，觀察滴定曲線 (黑色曲線)。
 2. 改變弱鹼不同體積，觀察並比較生成滴定曲線的同異處

16(50)

單槍和投影
使用滴定曲線
模擬器
教師引導並從
旁協助
分組探索
組內討論
撰寫學習單
(第三項)

並說明其原因。

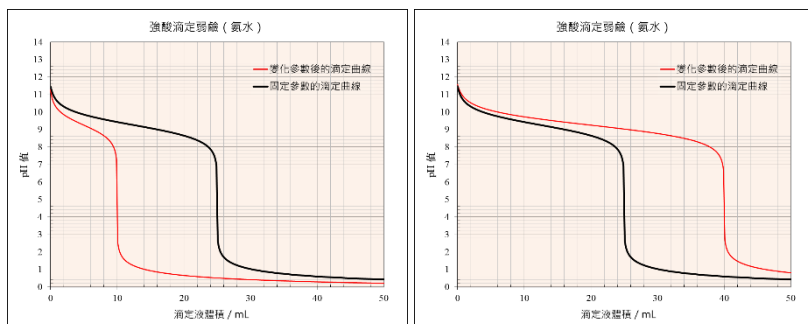


圖 7：氨水體積改為 25 mL (左)；氨水體積改為 75 mL (右)

3. 改變弱鹼不同濃度，觀察並比較生成滴定曲線的同異處並說明其原因。

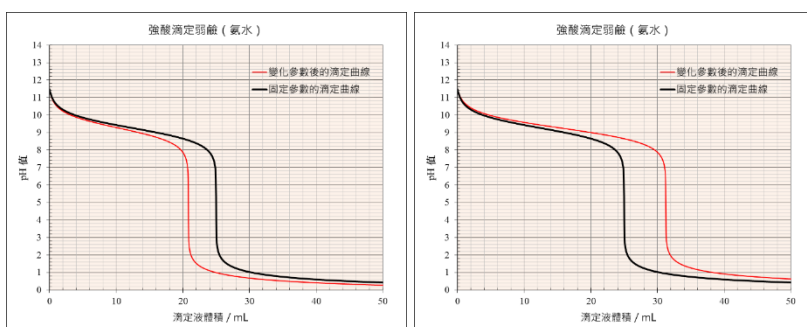


圖 8：氨水濃度改為 0.2 M (左)；氨水濃度改為 0.8 M (右)

4. 改變使用強酸 (滴定液) 不同濃度，觀察並比較生成滴定曲線的同異處並說明其原因。

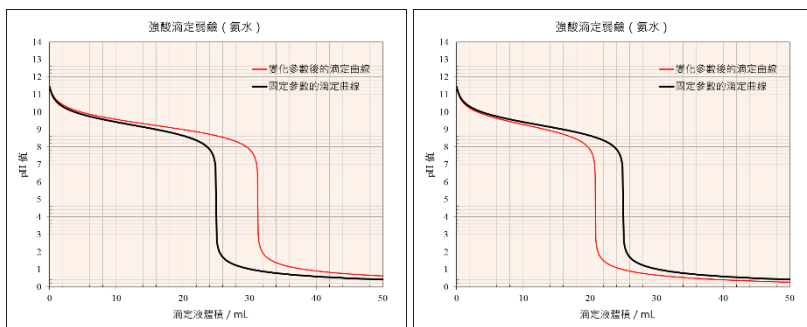


圖 9：強酸濃度改為 0.8 M (左)；強酸濃度改為 1.2 M (右)

5. 改變氨水為其他弱鹼 (即改變 K_b 值)，觀察並比較不同弱鹼生成滴定曲線的同異處並說明其原因。

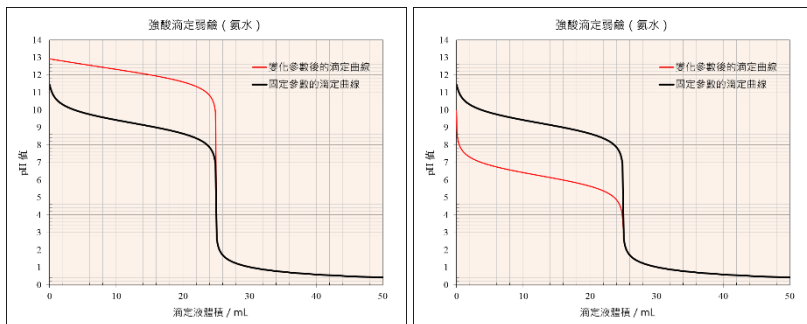


圖 10：比鹽酸強 1000 倍的酸（左）；比鹽酸弱 1000 倍的酸（右）

第二節：實施發展活動（2/2）和綜合活動

貳、發展活動（2/2）

(三) 觀察並認識【強鹼滴定弱酸】的當量點、半當量點及弱酸的 K_a

- 教學方式：教師引導並從旁協助，學生分組探索、組內討論並撰寫學習單。
 - 評量方式：小組參與表現、學習單撰寫
 - 教學項目：如下所述
1. 學生仔細觀察滴定曲線中曲折處的中心點為當量點。
 2. 觀察由曲線圖的當量點對應到橫座標上使用氫氧化鈉的體積，此體積的一半值對應在曲線上的點稱為半當量點。

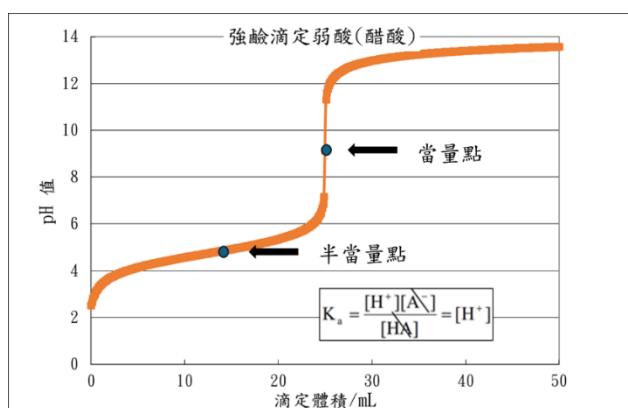


圖 11：強鹼滴定弱酸滴定曲線圖

3. 透過半當量點的 pH 值，找出 pK_a 和 K_a 。
4. 比較自己找出的 K_a 與模擬器設定參數的 K_a 是否相同。

(四) 觀察並認識強酸滴定弱鹼的當量點、半當量點及弱酸的 K_b

- 教學方式：教師引導並從旁協助，學生分組觀察、組內討論並撰寫學習單。
 - 評量方式：小組參與表現、學習單撰寫
 - 教學項目：如下所述
1. 學生仔細觀察滴定曲線中曲折處的中心點為當量點。
 2. 觀察由曲線圖的當量點對應到橫座標上使用鹽酸的體積，此體積的一半值對應在曲線上的點稱為半當量點。

10(60)

單槍和投影
使用滴定曲線
模擬器
教師引導並從
旁協助
分組觀察
組內討論
撰寫學習單
(第四項)

8(68)

單槍和投影
使用滴定曲線
模擬器
教師引導並從
旁協助
分組觀察
組內討論
撰寫學習單

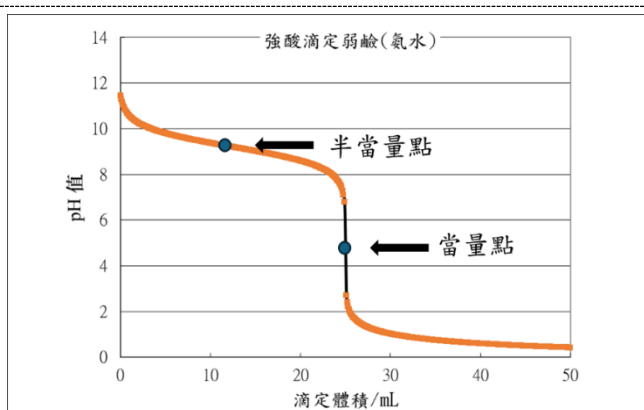


圖 12：強酸滴定弱鹼滴定曲線圖

3. 透過半當量點的 pH 值，找出 pK_b 和 K_b 。
4. 比較找出自己的 K_b 與模擬器設定參數的 K_b 是否相同。

(第五項)

(五) 計算並理解酸鹼滴定曲線各階段的意義

- 教學方式：教師引導並從旁協助，學生分組探索、組內討論並撰寫學習單。
 - 評量方式：小組參與表現、學習單撰寫
 - 教學項目：如下所述
1. 學生使用 MS-Excel 模擬器【強鹼滴定弱酸】的固定參數的數據，計算在滴定開始、滴定前期、滴定當量點時及後期的 H^+ 和 OH^- 的毫莫耳數、體積、濃度及溶液的 pH 值 (計算過程需要寫出反應式並用到酸鹼反應的化學計量和利用平衡常數的計算)。

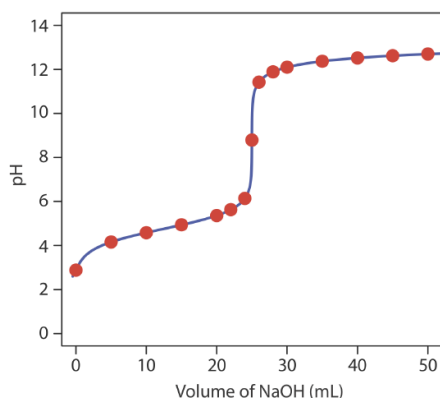


圖 13：計算在滴定開始、滴定前期、滴定當量點時及滴定後期的參考點
(圖片來源：Acid-Base Titrations, <https://shorturl.at/rLRaP>.)

2. 學生利用 MS-Excel 模擬器，找出滴定各接階段的相關數值，並與學生自己的計算值作比較。

8(76)

單槍和投影
使用滴定曲線
模擬器
教師引導並從
旁協助
分組計算
組內討論
撰寫學習單
(第六項)

(六) 找出合適的酸鹼指示劑當作滴定終點的判定

8(84)

單槍和投影

■ 教學方式：教師引導並從旁協助，學生分組計算、組內討論並撰寫學習單。

■ 評量方式：小組發表表現、學習單撰寫、同儕評量

■ 教學項目：如下所述

1. 學生根據【強酸滴定弱鹼】滴定曲線的當量點，配合各種酸鹼指示劑的 pH 值範圍對應的顏色變化表，針對二種不同強度的弱酸，分別找出合適的酸鹼指示劑。

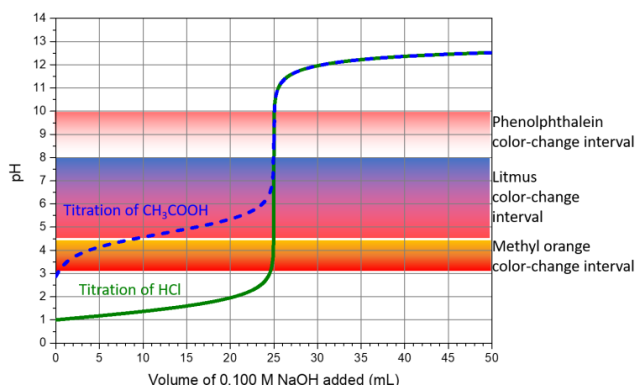


圖 14：在強鹼滴定弱酸方面，找出適當酸鹼指示劑的討論圖片

(圖片來源：Acid-Base Indicators, <https://shorturl.at/o16O1>.)

2. 根據【強酸滴定弱鹼】滴定曲線的當量點，配合各種酸鹼指示劑的 pH 值範圍對應的顏色變化表，針對二種不同強度的弱鹼，分別找出合適的酸鹼指示劑。

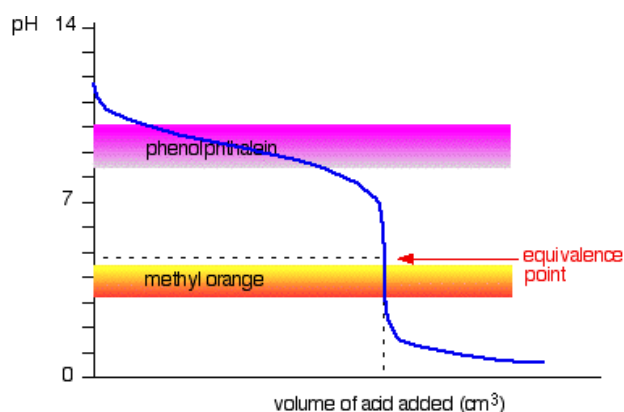


圖 15：在強鹼滴定弱酸方面，找出適當酸鹼指示劑的討論圖片

(圖片來源：6. Acid-Base Indicators, <https://shorturl.at/t4Zp8>.)

參、綜合活動

■ 教學方式：學生分組發表且教師分項總結 (或師生共同討論分項總結)，學生逐項修正學習單。

■ 評量方式：小組發表表現、學習單撰寫

16(100)

使用滴定曲線模擬器

教師引導並從旁協助

分組計算

組內討論

撰寫學習單

(第七項)

單槍和投影

使用滴定曲線模擬器

需要單槍、投

<p>■ 教學項目：如下所述</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在「引起動機」方面。 2. 在「探索【強鹼滴定弱酸】的滴定曲線」方面。 3. 在「探索【強酸滴定弱鹼】的滴定曲線」方面。 4. 在「觀察並認識【強鹼滴定弱酸】的當量點、半當量點及弱酸的 K_a」方面。 5. 在「察並認識【強酸滴定弱鹼】的當量點、半當量點及弱酸的 K_b」方面。 6. 在「計算並理解酸鹼滴定曲線各階段的意義」方面。 7. 在「找出合適的酸鹼指示劑可當作滴定終點的判定」方面。 		<p>影機</p> <p>隨機抽選每項</p> <p>1-2 組發表</p> <p>分組發表各項</p> <p>結果</p> <p>教師分項總結</p> <p>學生修正學習單</p>
<p>參考資料：(若有請列出)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 高中化學選修(加深加廣)教科書 2. 酸度係數/解離常數。 https://zh.wikipedia.org/zh-tw/酸度係數。 3. LibreTexts libraries (2024a). E1: Acid Dissociation Constants at 25°C. https://shorturl.at/AR4Dm. 4. LibreTexts libraries (2024b). E2. Base Dissociation Constants at 25°C. https://shorturl.at/ini2d. 5. pH indicator. https://en.wikipedia.org/wiki/PH_indicator. 6. 酸鹼指示劑。 https://zh.wikipedia.org/zh-tw/酸鹼指示劑。 7. Acid-Base Indicators, https://shorturl.at/o16O1. 8. Titration Curves for High School Chemistry, https://www.youtube.com/watch?v=IPVkdTF8xo0. 		
<p>附錄：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. MS-Excel 互動式酸鹼滴定曲線模擬器 2. 學習單 		

學習單

透過 MS-Excel 學習滴定曲線的原理

年級：___ 班級：___ 組別：___ 學號：_____ 姓名：_____

一、教師詢問的問題

1. 若強鹼滴定液 (氫氧化鈉溶液) 以逐次小量方式滴到待測弱酸溶液 (醋酸溶液) 中，並測量混合溶液的 pH 值，以滴定液體積為橫座標 (0-50 mL)，以 pH 值為橫座標 (0-14)，預測滴定曲線並畫出在圖 1 上。

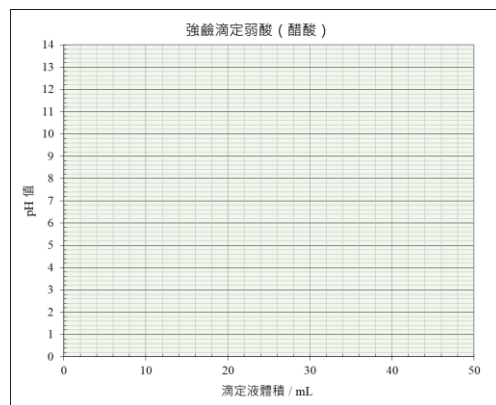


圖 1：預測【強鹼滴定弱酸】的滴定曲線

2. 若強酸滴定液 (鹽酸) 以逐次小量方式滴到待測弱鹼溶液 (氨水) 中，並測量混合溶液的 pH 值，以滴定液體積為橫座標 (0-50 mL)，以 pH 值為橫座標 (0-14)，預測滴定曲線並畫出在圖 2 上。

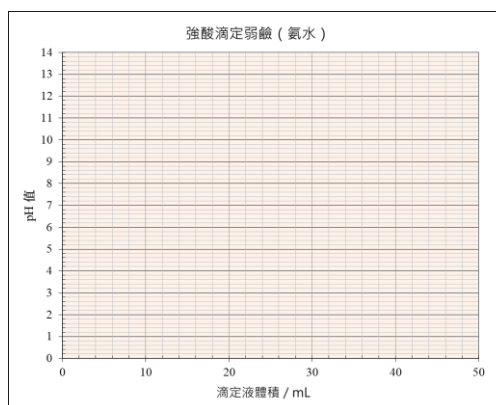


圖 2：預測【強酸滴定弱鹼】的滴定曲線

3. (1)為何選用酚酞指示劑當作滴定終點的判斷？(2)還有什麼指示劑適用？

答：(1)

(2)

二、探索【強鹼滴定弱酸】的滴定曲線

(一) 改變弱酸不同體積

1. 透過 MS-Excel 模擬器，在圖 3 中用黑色筆畫出【強鹼滴定弱酸】黑色滴定曲線 (固定參數)，並標示使用體積。
2. 在圖 3 中用不同色筆畫出弱酸不同體積的滴定曲線，並標示使用。

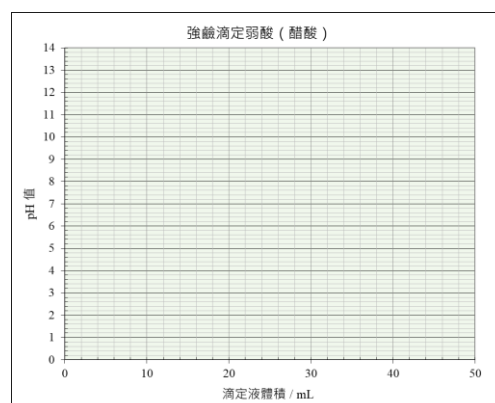


圖 3：畫出改變弱酸體積的滴定曲線

3. 寫出這些滴定曲線的同異處並說明其原因。

答：(1)相同處：

(2)相異處：

(3)說明原因：

(二) 改變弱酸不同濃度

1. 在圖 4 中用黑色筆畫出黑色滴定曲線 (固定參數)，並標示使用濃度。

2. 在圖 4 中用不同色筆畫出弱酸不同濃度的滴定曲線，並標示使用濃度。

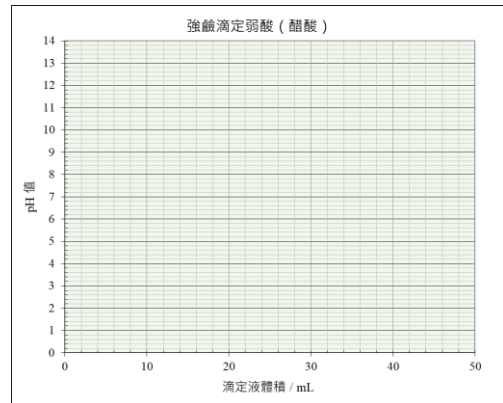


圖 4：畫出改變弱酸濃度的滴定曲線

3. 寫出這些滴定曲線的同異處及其原因。

答：(1)相同處：

(2)相異處：

(3)說明原因：

(三) 改變強鹼 (滴定液) 不同濃度

1. 在圖 5 中用黑色筆畫出黑色滴定曲線 (固定參數)，並標示使用濃度。

2. 在圖 5 中用不同色筆畫出強鹼不同濃度的滴定曲線，並標示使用濃度。

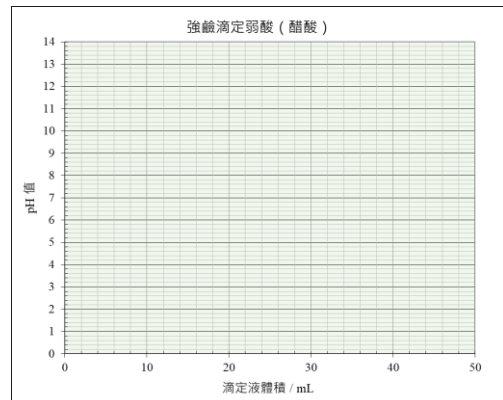


圖 5：畫出改變強鹼濃度的滴定曲線

3. 寫出這些滴定曲線的同異處及其原因。

答：(1)相同處：

(2)相異處：

(3)說明原因：

(四) 改變改變醋酸為其他弱酸 (即改變 K_a 值)

1. 在圖 6 中用黑色筆畫出黑色滴定曲線 (固定參數), 並標示弱酸名稱。
2. 在圖 6 中用不同色筆畫出改變醋酸為其他弱酸的滴定曲線, 並標示弱酸名稱。

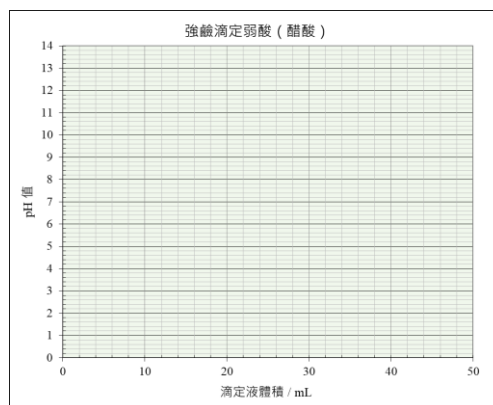


圖 6：畫出使用其他弱酸的滴定曲線

3. 寫出這些滴定曲線的同異處及其原因。

答：(1)相同處：

(2)相異處：

(3)說明原因：

三、探索【強酸滴定弱鹼】的滴定曲線

(一) 改變弱鹼不同體積

1. 透過 MS-Excel 模擬器, 在圖 7 中用黑色筆畫出黑色【強酸滴定弱鹼】滴定曲線 (固定參數), 並標示使用體積。
2. 在圖 7 中用不同色筆畫出弱鹼不同體積的滴定曲線, 並標示使用體積。

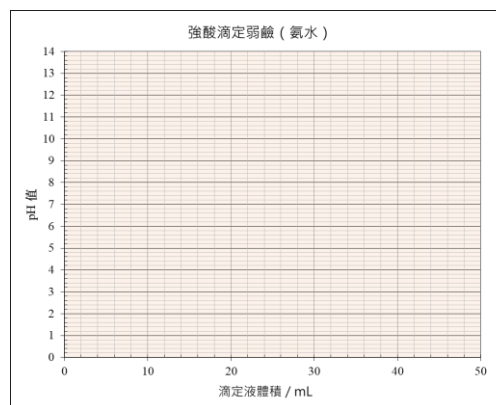


圖 7：畫出改變弱鹼體積的滴定曲線

3. 寫出這些滴定曲線的同異處及其原因。

答：(1)相同處：

(2)相異處：

(3)說明原因：

(二) 改變弱鹼不同濃度

1. 在圖 8 中用黑色筆畫出黑色滴定曲線 (固定參數), 並標示使用濃度。
2. 在圖 8 中用不同色筆畫出弱鹼不同濃度的滴定曲線, 並標示使用濃度。

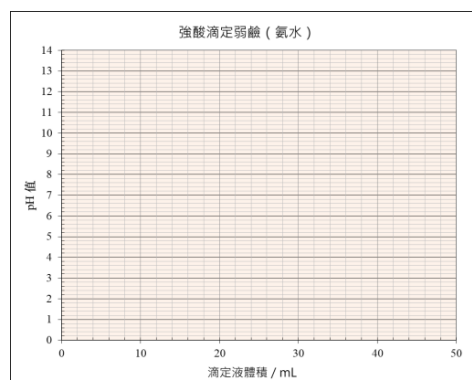


圖 8：畫出改變弱鹼濃度的滴定曲線

3. 寫出這些滴定曲線的同異處及其原因。

答：(1)相同處：

(2)相異處：

(3)說明原因：

(三) 改變強酸 (滴定液) 不同濃度

1. 在圖 9 中用黑色筆畫出黑色滴定曲線 (固定參數)，並標示使用濃度。

2. 在圖 9 中用不同色筆畫出強酸不同濃度的滴定曲線，並標示使用濃度。

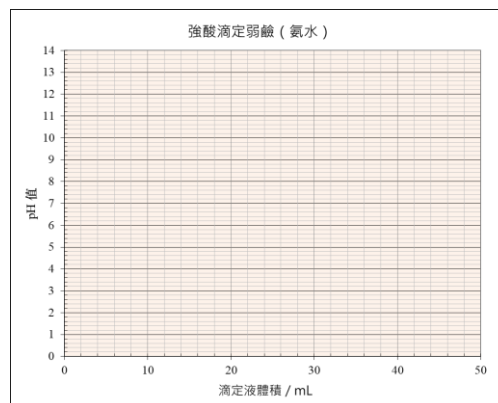


圖 9：畫出改變強酸濃度的滴定曲線

3. 寫出這些滴定曲線的同異處及其原因。

答：(1)相同處：

(2)相異處：

(3)說明原因：

(四) 改變改變氨水為其他弱鹼 (即改變 K_b 值)

1. 在圖 10 中用黑色筆畫出黑色滴定曲線 (固定參數)，並標示弱酸名稱。

2. 在圖 10 中用不同色筆畫出改變氨水為其他弱鹼的滴定曲線，並標示弱鹼名稱。

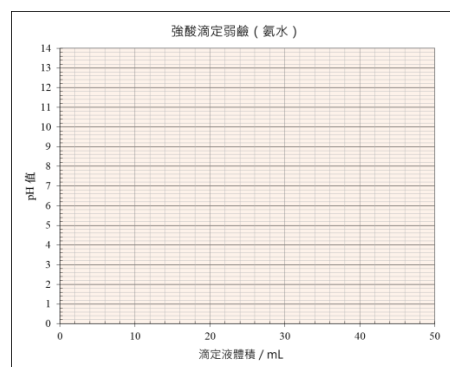


圖 10：畫出改變其他弱鹼的滴定曲線

3. 寫出這些滴定曲線的同異處及其原因。

答：(1)相同處：

(2)相異處：

(3)說明原因：

四、觀察並認識【強鹼滴定弱酸】的當量點、半當量點及弱酸的 K_a

1. 透過 MS-Excel 模擬器，在圖 11 中，用黑色筆畫出【強鹼滴定弱酸】黑色滴定曲線（固定參數）。
2. 觀察滴定曲線中曲折處的中心點為當量點。畫此點在圖 11 上，並標示之。
3. 觀察由曲線圖的當量點對應到橫座標上使用滴定液（氫氧化鈉溶液）的體積，此體積的一半值對應在曲線上的點稱為半當量點。畫此點在圖 11 上，並標示之。
4. (1)透過半當量點的 pH 值，找出 pK_a 和 K_a 。(2)比較自己找出的 K_a 與模擬器設定參數的 K_a 是否相同。

答：(1)

(2)

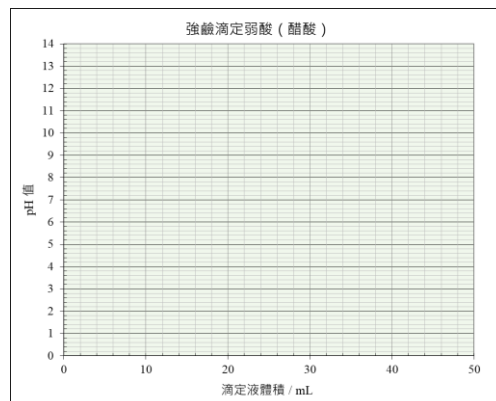


圖 11：畫出【強鹼滴定弱酸】的滴定曲線並標示當量點、半當量點

五、觀察並認識【強酸滴定弱鹼】的當量點、半當量點及弱酸的 K_b

1. 透過 MS-Excel 模擬器，在圖 12 中，用黑色筆畫出【強酸滴定弱鹼】黑色滴定曲線（固定參數）。
2. 觀察滴定曲線中曲折處的中心點為當量點。畫此點在圖 12 上，並標示之。
3. 觀察由曲線圖的當量點對應到橫座標上使用氫氧化鈉的體積，此體積的一半值對應在曲線上的點稱為半當量點。畫此點在圖 12 上，並標示之。
4. (1)透過半當量點的 pH 值，找出 pK_b 和 K_b 。(2)比較找出的 K_b 與模擬器設定參數的 K_b 是否相同。

答：(1)

(2)

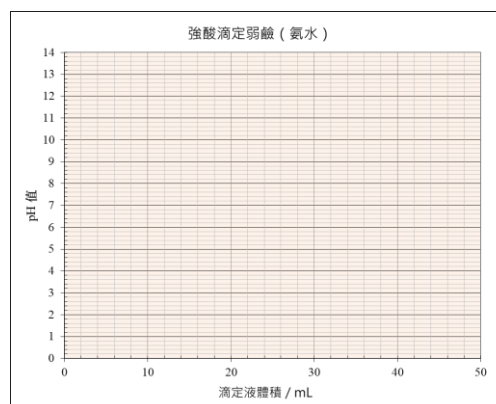


圖 12：畫出【強酸滴定弱鹼】滴定曲線並標示當量點、半當量點

六、計算並理解酸鹼滴定曲線各階段的意義

1. 透過 MS-Excel 模擬器，在圖 13 中，用黑色筆畫出【強鹼滴定弱酸】黑色滴定曲線（固定參數）。使用黑色滴定曲線固定參數的數據。
2. 計算在滴定開始時、滴定前期、滴定當量點時及後期的 H^+ 和 OH^- 的毫莫耳數、體積、濃度及溶液的 pH 值。在曲線上標示欲計算的六個點。
3. 比較自己的計算值與 MS-Excel 模擬器上的六個點相關數值。

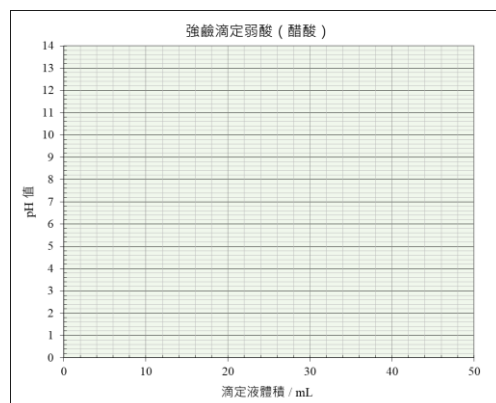


圖 13：畫出【強鹼滴定弱酸】黑色滴定曲線並在曲線上標示欲計算的六個點

■ 寫出詳細的計算過程

提示：計算過程需要寫出反應式，並用到酸鹼反應的化學計量和平衡常數的計算。

1. 寫出固定參數的數據：

答：弱酸待測溶液體積：___ mL，濃度：___ M，解離常數 K_a ：_____。

- 2a. 計算在滴定開始時的 pH 值。

強鹼體積：___ mL，pH 計算值：___。

答：

- 2b. 計算在滴定前期一的 pH 值。

強鹼體積：___ mL，pH 計算值：___。

答：

- 2c. 計算在滴定前期二的 pH 值。

強鹼體積：___ mL，pH 計算值：___。

答：

- 2d. 計算在滴定當量點時的 pH 值。

強鹼體積：___ mL，pH 計算值：___。

答：

2e. 計算在滴定後期一的 pH 值。

強鹼體積：___ mL，pH 計算值：___。

答：

2f. 計算在滴定後期二的 pH 值。

強鹼體積：___ mL，pH 計算值：___。

答：

3. 比較自己的計算值與 MS-Excel 模擬器上的五個點相關數值。

滴定階段	強鹼體積 / mL	計的算 pH 值	模擬器的 pH 值	pH 差異值
滴定開始時				
滴定前期一				
滴定前期二				
滴定當量點時				
滴定後期一				
滴定後期二				

七、找出合適的酸鹼指示劑當作滴定終點的判定

(一) 【強鹼滴定弱酸】的酸鹼指示劑選用

1. 根據【強鹼滴定弱酸】滴定曲線的當量點，配合各種酸鹼指示劑的 pH 值範圍與其對應的顏色變化表（搜尋關鍵詞“酸鹼指示劑”或“pH indicator”），針對二種不同強度的弱酸（醋酸和更弱的酸），分別找出合適的酸鹼指示劑。
2. 在圖 14A 中，畫出醋酸（黑色）的滴定曲線；在圖 14B 中，畫出更弱的酸（紅色）滴定曲線。分別在各曲線上標示弱酸的名稱及其當量點的位置，並用此彩色筆畫出合適指示劑的顏色變化。

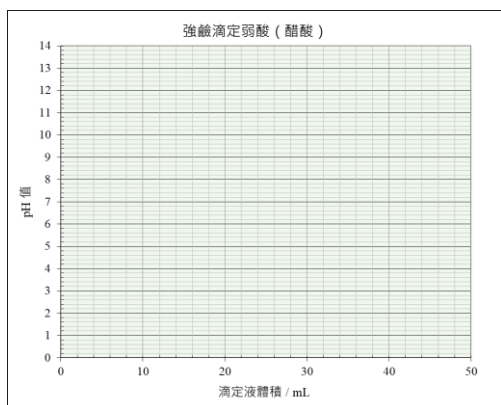


圖 14A：畫出醋酸（黑色）滴定曲線，並在曲線上用此彩色筆畫出合適指示劑的顏色變化

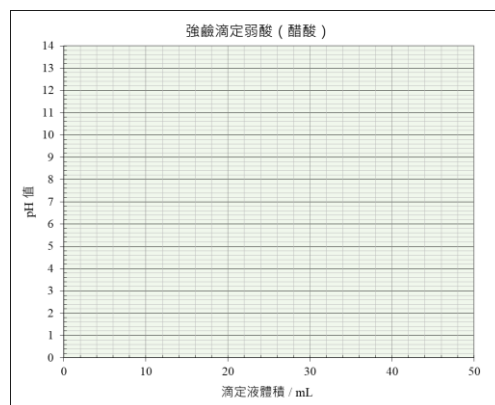


圖 14B：畫出更弱的酸（紅色）滴定曲線，並在曲線上用此彩色筆畫出合適指示劑的顏色變化

3. 分別寫出(1)二種不同強度弱酸（醋酸和更弱的酸）的當量點對應的 pH 值；(2)自己找到合適酸鹼指示劑的名稱；(3)這（或這些）酸鹼指示劑的 pH 值範圍與其對應的顏色變化。

答：(1)
(2)
(3)

(二)【強酸滴定弱鹼】的酸鹼指示劑選用

- 根據【強酸滴定弱鹼】滴定曲線的當量點，配合各種酸鹼指示劑的 pH 值範圍酸鹼對應的顏色變化表，針對二種不同強度的弱鹼（氨水和更弱的鹼），分別找出合適的酸鹼指示劑。
- 在圖 15A 中，畫出氨水（黑色）的滴定曲線；在圖 15B 中，畫出更弱的鹼（紅色）滴定曲線。分別在各曲線上標示弱酸的名稱及其當量點的位置，並用此彩色筆畫出合適指示劑的顏色變化。

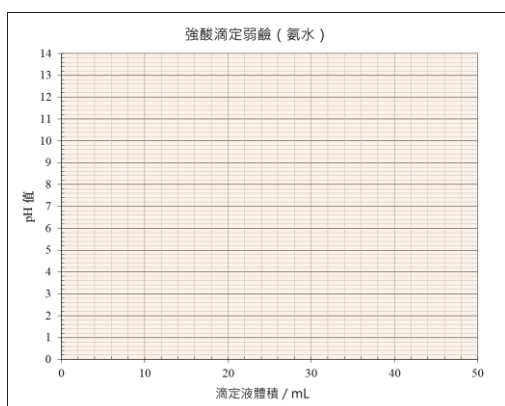


圖 15A：畫出氨水（黑色）滴定曲線，並在曲線上用此彩色筆畫出合適指示劑

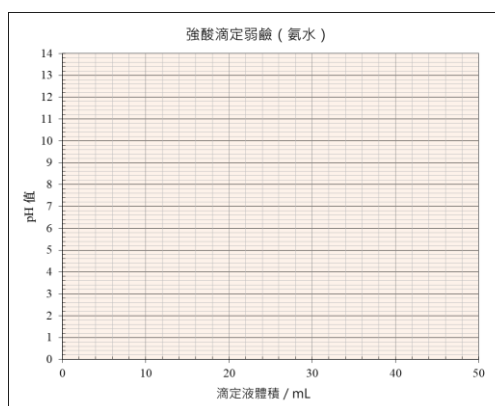


圖 15B：畫出更弱的鹼（紅色）滴定曲線，並在曲線上用此彩色筆畫出合適指

的顏色變化

示劑的顏色變化

3. 分別寫出(1)二種不同強度弱鹼 (氨水和更弱的鹼) 的當量點對應的 pH 值 ; (2)自己找到合適酸鹼指示劑的名稱 ; (3)這 (或這些) 酸鹼指示劑的 pH 值範圍與其對應的顏色變化。

答 : (1)

(2)

(3)

八、小組發表情形和更正學習單

(一) 評鑑小組發表的優缺點：報告內容邏輯清楚嚴謹、口語表達順暢、時間掌握表現佳、大部分同學專心聽講、以及部分同學發問。

(二) 指出撰寫錯誤的原因：在教師逐項總結後，逐項地更正上面學習單錯誤之處、並在下面空格指出撰寫錯誤的原因 (考慮不週之處)。

學習項目	評鑑小組發表的優缺點	指出撰寫錯誤的原因
1. 探索【強鹼滴定弱酸】的滴定曲線 報告組別：_____.		
2. 探索【強酸滴定弱鹼】的滴定曲線 報告組別：_____.		
3. 觀察並認識【強鹼滴定弱酸】的當量點、半當量點及弱酸的 K_a 報告組別：_____.		

<p>4. 察並認識【強酸 滴定弱鹼】的當 量點、半當量點 及弱酸的 K_b</p> <p>報告組別：_____.</p>		
<p>5. 計算並理解酸鹼 滴定曲線各階段 的意義</p> <p>報告組別：_____.</p>		
<p>6. 找出合適的酸鹼 指示劑當作滴定 終點的判定</p> <p>報告組別：_____.</p>		

九、學習心得與感想