

酸鹼滴定指示劑的選用

學生工作紙

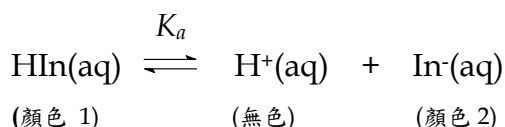
目的

為下列滴定選出合適的指示劑：

1. HCl(aq) 對 $\text{NH}_3(\text{aq})$
2. $\text{CH}_3\text{COOH(aq)}$ 對 NaOH(aq)

簡介

酸鹼指示劑一般都是弱酸(HIn)，其離解可表示如下：



$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{In}^-(\text{aq})]}{[\text{HIn(aq)}]}$$

$\frac{[\text{In}^-(\text{aq})]}{[\text{HIn(aq)}]} \leq \frac{1}{10}$ 時，反應混合物明顯呈現顏色 1， $\frac{[\text{In}^-(\text{aq})]}{[\text{HIn(aq)}]} \geq 10$ 時，反應混合物明顯呈現顏色 2。

換言之，當反應混合物明顯呈現顏色 1，溶液的 $\text{pH} \leq \text{p}K_a - 1$ ；當反應混合物明顯呈現顏色 2，溶液的 $\text{pH} \geq \text{p}K_a + 1$ 。故指示劑變色的 pH 範圍 = $\text{p}K_a \pm 1$ 。

右圖是用強鹼滴定弱酸時所得的 pH 滴定曲線（圖 1），顯示指示劑的變色範圍剛好處於滴定曲線最陡峭的部分，故指示劑在滴定終點時會呈現顯著的顏色變化，這正好是為酸鹼滴定選擇合適指示劑的準則。

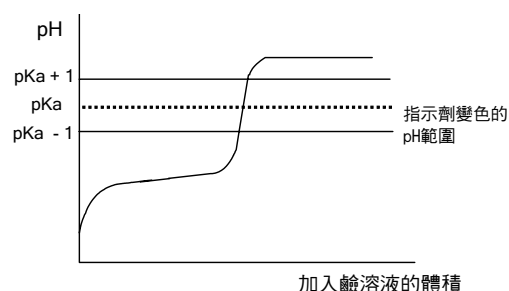


圖 1：弱酸對強鹼的滴定曲線

安全措施

避免皮膚沾上化學品。任何濺瀉的酸或鹼，都必須用自來水徹底清洗。



必須戴上安全眼鏡

儀器和物料

0.5 M NaOH(aq)



腐蝕性

甲基橙指示劑、酚酞指示劑



易燃

0.5 M HCl(aq) 、0.5 M $\text{CH}_3\text{COOH(aq)}$ 、0.5 M $\text{NH}_3(\text{aq})$ 、去離子水、數據收集器連 pH 傳感器、電腦、磁力攪拌器、小燒杯、滴定管和移液管、架和滴定管夾。

實驗步驟

甲部：用 0.5 M $\text{NH}_3(\text{aq})$ 滴定 0.5 M $\text{HCl}(\text{aq})$ ，並以甲基橙作指示劑

1. 把介面箱接駁至電腦，把測定 pH 值的 pH 傳感器接駁好。使用前應先較準 pH 傳感器。
2. 用移液管把 25 cm^3 0.5 M $\text{HCl}(\text{aq})$ 加入一燒杯內，加入三滴甲基橙指示劑和磁力攪拌器用的小磁棒，然後將燒杯放在蓋有白磁磚的磁力攪拌器上。把 pH 傳感器的電極小心放進 $\text{HCl}(\text{aq})$ 中，須確保 pH 傳感器的玻璃球完全浸在溶液中，而攪拌器的小磁棒又能暢順地旋轉（見圖 2）。

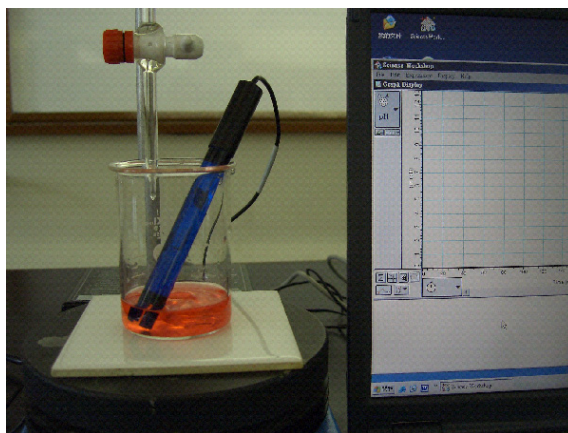


圖 2：pH 數據收集的裝置

3. 啟動數據收集軟件，並為 pH 傳感器選取圖表顯示屏格式。設定 pH 限值為 0 至 13，讀取數據時間為 240 秒，並每秒鐘讀取一次。
4. 用 0.5 M $\text{NH}_3(\text{aq})$ 注滿滴定管，旋開栓塞，並即時記錄 pH 值變化。控制溶液滴下的速度，使加入 50 cm^3 溶液所需時間約為四分鐘。
5. 接近滴定終點時，仔細觀察反應混合物的顏色和屏幕所顯示 pH 值的變化。
6. 當加入的滴定劑體積約超越終點所需的一倍時，即停止滴定。
7. 把數據存檔。
8. 小心倒出燒杯內溶液，沖洗乾淨燒杯及其中的小磁棒，再用去離子水沖洗 pH 傳感器。

乙部

9. 按照上述方法，用 0.5 M $\text{NH}_3(\text{aq})$ 滴定 0.5 M $\text{HCl}(\text{aq})$ ，並以酚酞作指示劑。

丙部

10. 按照上述方法，用 0.5 M $\text{NaOH}(\text{aq})$ 滴定 0.5 M $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ ，並以酚酞作指示劑。

丁部

11. 按照上述方法，用 0.5 M $\text{NaOH}(\text{aq})$ 滴定 0.5 M $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ ，並以甲基橙作指示劑。

思考題

1. 根據甲部和乙部的結果，指出甲基橙和酚酞這兩種指示劑，何者較適合作為 $\text{NH}_3(\text{aq})$ 對 $\text{HCl}(\text{aq})$ 滴定的指示劑。
2. 根據丙部和丁部的結果，指出甲基橙和酚酞這兩種指示劑，何者較適合作為 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 對 $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ 滴定的指示劑。
3. 應用甚麼方法測定弱鹼對弱酸的滴定終點？