

第三十屆國際化學奧林匹亞競賽

實作測驗解答

鈣/鎂溶液的分析

鈣/鎂溶液標籤的顏色: **藍 紅 綠 橘** (圈一項)

用高錳酸根來滴定

標準高錳酸鉀(KMnO_4)的濃度: **0.02039** M

沈澱物送監試者簽名:

(對至少有二個見證的沈澱物，最多給 2 分)

滴定次數:	1	2	3	
滴定管最初讀數	0.90	0.80	3.00	mL
滴定管最後讀數	28.55	28.45	30.80	mL
消耗 KMnO_4 標準溶液的體積	27.65	27.65	27.80	mL

計算:

平均滴定體積 = 27.70 mL \pm 0.07 mL (即 \pm 0.25%相對誤差) 在稀釋 Ca / Mg 溶液，取 25 mL 含有：滴定由草酸鈣沈澱溶解的草酸根所需 KMnO_4 莫耳數

$$= (0.0198 \text{ mol/L})(27.70 \text{ mL})/1000 \text{ mL /L} = 5.485 \times 10^{-4} \text{ 莫耳}$$

$$\text{則草酸鈣沈澱，所含有草酸根} = (5/2) \times 5.485 \times 10^{-4} \text{ 莫耳} = 1.371 \times 10^{-3} \text{ 莫耳}$$

(不正確的計量扣 1 分)

$$n(\text{Ca}^{2+}) = 1.371 \times 10^{-3} \text{ mole}$$

$$\therefore [\text{Ca}^{2+}] = (1000 \text{ mL /L})1.371 \times 10^{-3} \text{ mole} / 25.00 \text{ mL} = 0.0548 \text{ mol/L}$$

$$\text{原 Ca / Mg 溶液: } [\text{Ca}] = 0.0548 \text{ mol / L}(1000 \text{ mL}) / 25.00 \text{ mL} = 0.548 \text{ mol / L}$$

(正確計算，最多給 5 分)

本計算的有效數字，其對[Ca]的誤差可容忍至 0.25%，或 \pm 0.001 mol / L 的至少 3 位有效數字。

(少於 3 位有效數字，-1，多於 4 位有效數字，-2)

在鈣/鎂溶液中的鈣離子平均濃度(Ca^{2+} in Ca/Mg solution): 0.548 M

20 分

實作測驗二

濃度約 0.0125 M NaOH 的滴定

在瓶內標準鹽酸溶液的濃度: **0.01253 M**

滴定次數	1	2	3	
取用 NaOH 溶液的量	25	25	25	mL
滴定管最初讀數	13.60	17.40	10.35	mL
滴定管最終讀數	37.75	41.50	34.45	mL
消耗 HCl 標準溶液的體積	24.15	24.10	24.10	mL

計算

平均消耗 HCl 標準液體積 = 24.12 mL \pm 0.03 mL (即 \pm 0.12%相對標準誤)

$[\text{NaOH}] = (0.01250 \text{ mol/L})(24.12 \text{ mL}) / (25.00 \text{ mL}) = 0.01206 \text{ mol/L}$

誤差可估計至數個 ppt，因此 4 位有效數字是需要

(少於 4 位有效數字 -1，多於 4 位有效數字 -2)

不正確的計算 -2

* 批考卷者：

利用學生所作數據，再計算其精確度（最高給 5 分）

以全部學生所做線性給分尺度。在 0 - 0.25% 誤差範圍內給 5.00 分，大於 5% 誤差則給 0 分。

氫氧化鈉的平均濃度: **0.01206 M**

鈷錯合物溶液標籤的顏色: 藍 紅 綠 橘 (圈一個)

用來作離子交換的鈷錯合物溶液: 25 mL

滴定次數	1	2	3	
滴定管最初讀數	26.25	16.10	3.80	mL
滴定管最終讀數	48.50	38.40	26.20	mL
消耗的酸溶液(由離子交換所得)體積	22.25	22.30	22.40	mL

計算

$0.01253 \text{ M HCl 體積} = 23.50 \text{ mL}$ $[\text{NaOH}] = 0.01178 \text{ M}$

平均“沖提”酸的體積 = $22.32 \text{ mL} \pm 0.06 \text{ mL}$ ($\pm 0.25\%$ 相對於平均標準誤)

在 100 mL 容量瓶中所收集 $[\text{H}^+] = (0.01206 \text{ mol NaOH} / \text{L})(25.00 \text{ mL}) / 22.32 \text{ mL}$

$= 1.351 \times 10^{-3} \text{ mol}$

而放入交換樹脂之 $n(\text{H}^+) = 0.00500 \text{ mol} / \text{L} (25.00 \text{ mL}) / 1000 \text{ mL} / \text{L}$

$= 1.250 \times 10^{-4} \text{ mol}$

所以來自放入交換樹脂錯合物離子交換所得 $n(\text{H}^+)$

$$= 1.351 \times 10^{-3} \text{ mol} - 1.250 \times 10^{-4} \text{ mol} = 1.226 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

若 $X = [\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2]\text{Cl}_2$ 在 25.00 mL 所取 Co 錯合物混合液中的質量，則交換樹脂中混合物含的混合物質量 = (25.00 mL / 40 mL)(0.2000 g) = 0.1250 g

(若只用 0.2 要 -1 分)

故所取溶液之 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 的質量 = (0.1250 - X) g

由 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2]\text{Cl}_2$ 離子交換的 $n(\text{H}^+) = 3 (0.1250 - X) \text{ g} / 267.50 \text{ g} / \text{mol}$

$$= (0.001402 - 0.011214 X) \text{ mol} \quad (\text{忽略陽離子電荷要 -1 分})$$

計算(繼續)...

$$\text{所以 } 0.07663 X + (0.001402 - 0.011214 X) = 0.001226$$

$$\% [\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2]\text{Cl}_2 = 100 (0.04956 \text{ g} / 0.1250 \text{ g}) = 39.6 \% \text{ w/w}$$

(正確計算 5 分)

- 批考卷者：

利用

學生滴定數據，再計算其精確度 (最高給 10 分)

以全部學生所做線性給分尺度， 0 - 2.00 % 給滿分 10 分

精確度超過 (即誤差) > 20% 零分

在試樣中 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2]\text{Cl}_2$ 所佔的平均百分率: 39.6 % w/w