

類 科：環境檢驗
科 目：分析化學
考試時間：2小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、取 0.3360 ± 0.0002 g 純碳酸氫鈉 (NaHCO_3 , MW 84.007 g/mol) 在 100°C 烘箱中加熱產生碳酸鈉 (Na_2CO_3 , MW 105.988 g/mol)，假設此生成之碳酸鈉冷卻後全部直接用來進行鹽酸之濃度之測定，加入鹽酸 248.26 ± 0.02 mL 後反應完全。

(一)請寫出碳酸氫鈉反應產生碳酸鈉及鹽酸滴定碳酸鈉之反應式。(4分)

(二)鹽酸體積莫耳濃度之不確定度來源有那些？(4分)

(三)計算鹽酸之體積莫耳濃度及其相對與絕對不確定度(答案以有效數字表示)，並詳述計算過程。相關分子組成原子之量及不確定度 [$\text{Na}(22.989770 \pm 0.000002)$ ， $\text{H}(1.00798 \pm 0.00014)$ ， $\text{C}(12.0106 \pm 0.0010)$ ， $\text{O}(15.9994 \pm 0.0004)$] 依照計算結果何者可忽略不計？(12分)

二、 25°C 水溶液含有 0.0010 M NaOH 、 0.0150 M KNO_3 及 0.0100 M Li_2SO_4 。

(一)計算水溶液之離子強度。(5分)

(二)計算 H^+ 及 OH^- 之活性係數、活性及 pH 值。(10分)

(三)如下表所示，為何同一離子強度下， OH^- 之活性係數總是小於 H^+ ？(5分)

25°C 離子強度 (μ , M)	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1
H^+	0.967	0.933	0.914	0.86	0.83
OH^-	0.964	0.926	0.900	0.81	0.76

三、在 25°C ，二質子酸 0.150 g (H_2A , MW 89.09 g/mol) 以 0.10 M 之 KCl 溶液將之溶解，並定量至 100.0 mL。

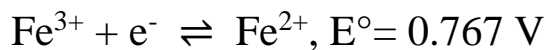
(一)請導出 $[\text{H}^+]$ 與 K_1 、 K_2 、二質酸濃度之關係。(10分)

(二)在上述二質子酸溶液中，緩慢滴加入 10.00 mL 0.200 M 之 NaOH ，配置緩衝溶液，並測得其 pH 為 9.50 。由於其離子強度約為 0.10 M，二質子酸相關之離子 (HA^- , A^{2-}) 之活性係數皆為 0.80 ，請以上述資料計算該二質子酸之 $\text{p}K_2$ 。(10分)

(三)在滴加 NaOH 之過程中，會有第一個當量點產生，測得其 pH 值為 6.5 ，請計算其 $\text{p}K_1$ 。(10分)

四、若鈣離子選擇電極之偵測極限值為 $0.01 \mu\text{M}$ ，則欲將 2.75 g CaCl_2 (MW 110.98 g/mol) 配製為 $250.0 \text{ mL pH } 8.0$ 的金屬緩衝溶液作為電極內液，則需要添加幾公克之 $\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (MW 372.24 g/mol)？(15分)
(Ca^{2+} -EDTA 錯合物形成常數 $\log K_f = 10.65$, $\alpha_{Y^{4-}} = 4.2 \times 10^{-3}$)

五、電池由鹽橋分隔之兩半電池溶液組成， $\text{Pt} \mid \text{溶液 A} \parallel \text{溶液 B} \mid \text{Pt}$ ，
A 溶液由含 1 M HClO_4 30.0 mL 0.0500 M Cu^+ 及含 1 M HClO_4 50.0 mL 0.0100 M Ce^{4+} 混合而成。
B 溶液由含 1 M HClO_4 20.0 mL 0.0200 M Fe^{2+} 及含 1 M HClO_4 50.0 mL 0.0100 M Ce^{4+} 混合而成。



(一)請寫出 A、B 兩溶液之平衡反應式。(5分)

(二)計算 A、B 兩半電池之電位及電池電位，並寫出電流經外部導線由何溶液流向何溶液。(10分)