

114年專門職業及技術人員高等考試建築師、
25類科技師（含第二次食品技師）、大地工程
技師考試分階段考試（第二階段考試）
暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

等 別：高等考試
類 科：環境工程技師
科 目：環境化學與環境微生物學
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、某工業廢水含有 1×10^{-2} M 硫酸，排放至某河川水體（ $\text{pH} = 8.3$ 、總鹼度為 2×10^{-3} eq/L），水體主要鹼度組成為碳酸，為了維持放流水體 $\text{pH} \geq 6.3$ ，最大之廢水/河水稀釋比例為何？碳酸 $\text{pK}_{a1} = 6.3$ 、 $\text{pK}_{a2} = 10.3$ （20 分）
- 二、移除大氣中酸性污染物質，如全球關切的溫室氣體二氧化碳 CO_2 ，常用鹼性吸收劑，某反應使用吸收劑為鹼性水溶液，其 pH 為 12.0，用於直接吸收大氣二氧化碳，二氧化碳分壓為 $10^{-3.3}$ atm，亨利定律常數 $K_H = 10^{-1.5}$ M/atm；碳酸之解離常數 $\text{pK}_{a1} = 6.3$ 、 $\text{pK}_{a2} = 10.3$ ，在反應過程中持續補充鹼，因此吸收劑 pH 維持不變，假設二氧化碳分壓在短時間吸附平衡時維持不變，請計算反應平衡時，吸收液中之總碳酸物種濃度，以莫爾濃度表示之。（20 分）
- 三、在討論受氯化有機溶劑污染之地下水層整治方案時，可使用高錳酸鉀 KMnO_4 作為氧化劑，然而地下水層也可能含有毒性較低的三價鉻 Cr(III) ，在強氧化劑作用下，有將三價鉻氧化成高毒性致癌物五價鉻的疑慮。根據以下反應，說明評估在標準狀態下，高錳酸鉀將三價鉻氧化成五價鉻的可能性。（10 分）
- $$\text{HCrO}_4^- + 4 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Cr(OH)}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O} \quad E^\circ = 1.20 \text{ V}$$
- $$\text{MnO}_4^- + 8 \text{H}^+ + 5 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4 \text{H}_2\text{O} \quad E^\circ = 1.49 \text{ V}$$
- 四、重金屬如鋅離子（ Zn^{2+} ）為工業廢水中常見之污染物，可以化學沉澱法，如調整廢水 pH 方式來進行，在無 OH^- 以外之配位物質影響下，試述 pH 如何影響溶解態重金屬濃度及如何調整可得到較佳金屬氫氧化物生成，請詳述原因。（10 分）

- 五、河川污染指標 (River pollution index, RPI) 包含四個指標：生化需氧量、懸浮固體、氨氮及溶氧，若政策要求僅能以微生物方法來改善特定水體的 RPI，請詳細回答應該採用何種代謝特性之微生物以及設計上應該如何進行。(20 分)
- 六、環境中存在大量尚未被鑑定的微生物，工程師雖然不理解其生長生理特徵，但仍可以鑑定出其演化親緣分類，請詳細解釋其原理為何。(20 分)