

類 科：化學安全
科 目：環境化學
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

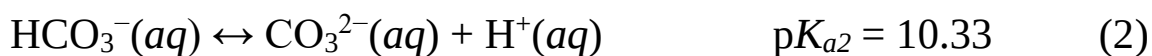
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(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、請回答以下有關化學物質在土壤中的行為之問題：

- (一)土壤 pH 及氧化還原電位 (oxidation-reduction potential, ORP) 是土壤化學性質的重要指標，當土壤浸水一些時間後，若細菌在土壤內部缺乏空氣下將土壤中有機物進行生物降解，請說明土壤中的 pH 及 ORP 值會如何變化，並請說明這種變化會使土壤中 MnO_2 及 Fe_2O_3 易於進行何氧化或還原的化學反應 (須寫出化學反應式)？(10 分)
- (二)承上題，上述化學反應的產物會與土壤中的黃酸 (fulvic acid) 化學結構中的官能基，產生螯合作用，請說明這種螯合作用會使鐵的 pE-pH 圖中 Fe(II) 與 Fe(OH)_3 邊界線如何移動並說明原因？(5 分)
- (三)土壤中黏土的無機礦物及有機物皆可進行陽離子交換，請分別說明其化學機制及其對土壤中水 (土壤溶液) 的 pH 有何影響？(10 分)

二、鹼度可做為天然水體中 pH 緩衝劑及無機碳源，也會影響水中二氧化碳溶解度，而溶於水體中二氧化碳之主要物種型態為 $\text{CO}_2(\text{aq})$ ，其於水中解離反應的反應式及常數 (25°C) 如下：



請回答以下問題 (水溫皆為 25°C)：(每小題 10 分，共 30 分)

- (一)已知在大氣壓力 1.00 atm 下，水蒸氣壓為 0.0313 atm，空氣中二氧化碳濃度為 425 ppm、亨利常數為 $3.38 \times 10^{-2} \text{ mol/L-atm}$ ，請計算空氣中二氧化碳在 $1.00 \times 10^{-4} \text{ M NaOH}$ 水溶液中的飽和溶解度 (mol/L)。
- (二)某天然水體水樣 (總) 鹼度為 $1.50 \times 10^{-3} \text{ eq/L}$ ，pH 為 11.0，請計算 $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ 的體積莫耳濃度 (M)。
- (三)某水樣的體積為 50.0 mL，滴定至酚酞終點需消耗 0.0200 N H_2SO_4 水溶液 7.00 mL，繼續滴定至溴甲酚綠終點需另消耗 0.0200 N H_2SO_4 水溶液 12.00 mL，若忽略 OH^- 鹼度，請計算 CO_3^{2-} 鹼度 (mg/L as CaCO_3) 及 HCO_3^- 鹼度 (mg/L as CaCO_3)。

三、請回答以下大氣化學反應相關問題：(每小題 10 分，共 20 分)

- (一)在形成光化學煙霧過程中，氫氧自由基 (hydroxyl radical ($\text{HO}\cdot$)) 常與有機物或有機污染物進行兩種典型的化學反應，請各舉一例以起始化學反應式加以說明。
- (二)硝酸自由基 (NO_3) 在夜間常取代 $\text{HO}\cdot$ 成為大氣化學反應中的主要氧化劑，參與有機污染物氧化降解，請寫出生成 NO_3 的化學反應式及 NO_3 與 NO_2 反應的化學反應式並加以說明。

四、請回答以下有關化學物質在土壤中的化學行為與流布之問題：

- (一)土壤中的礦物質或其形成的膠體中的氧化物表面可能形成正電荷或負電荷，水合二氧化錳 ($\text{MnO}_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})_x$) 在低 pH (偏酸環境) 及高 pH (偏鹼環境) 下皆可形成表面電荷，請以化學式表示其形成表面電荷之機制並加以說明。(5 分)
- (二)承上題，在上述 MnO_2 帶有表面電荷的狀態下，其如何吸附土壤水(土壤溶液)中的陰離子，請以化學式表示並舉例說明。(5 分)
- (三)請說明除了錯合鍵結及中性農藥與土壤顆粒鍵結的方式之外，土壤顆粒對農藥進行化學吸附的其他兩種機制。(5 分)
- (四)土壤腐植質對水具有強烈親和力，請說明並解釋其能否(1)緩衝土壤中水(土壤溶液)的 pH (2)與 Pb^{2+} 離子螯合 (3)與 2,4-二氯酚鍵結而減少其移動性。(10 分)