

110年專門職業及技術人員高等考試建築師、
24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)、公共衛生師
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。

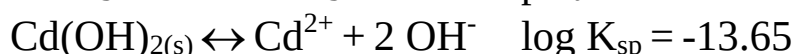
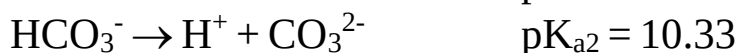
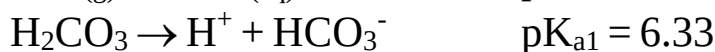
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

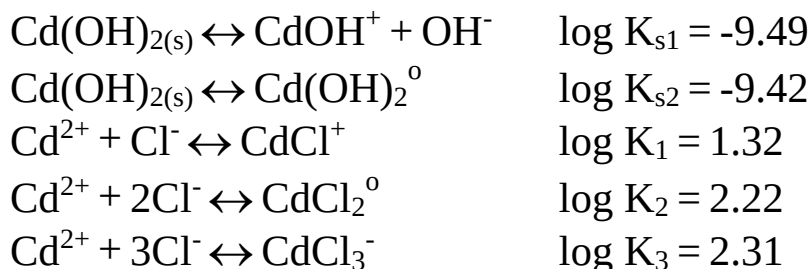
(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、地下水中常存在亞鐵離子(Fe^{2+})，在處理上常利用曝氣方式將亞鐵離子在 $\text{pH} > 8.0$ 的環境中，轉換成氫氧化鐵($\text{Fe}(\text{OH})_3$)沉澱，請寫出亞鐵離子經曝氣反應生成氫氧化鐵的反應式，同時假設上述方程式的反應速率為： $\left(\frac{d[\text{Fe}^{2+}]}{dt}\right) = 7.2 \times 10^{13} [\text{Fe}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 p(\text{O}_2)$ ($\text{L}^2 \text{mol}^{-2} \text{atm}^{-1} \text{min}^{-1}$)，請計算亞鐵離子(Fe^{2+})在 $\text{pH} 8.0$ 時的半衰期(half-life)。(10 分)

二、由溫室效應氣體所引起的氣候變遷目前已是全世界共同的議題，溫室效應氣體的排放不僅造成全球暖化，也影響天然水體水質，請問：(35 分)

- (一)何謂溫室效應氣體？除二氧化碳(CO_2)外，還包括那些化學物質？為何在討論溫室效應氣體時著重在二氧化碳當量(CO_2e)？
- (二)火力電廠每天燃燒含有 0.5% 硫(S)的煤礦 10,000 噸，在過量空氣 10% 的情況下，分析後發現排放尾氣中除 SO_2 外，也含有 100 ppm 的一氧化氮(NO)，請問每天排放進入大氣的 SO_2 及 NO 的總量各為多少公斤？
- (三)此些進入大氣的 NO 及 SO_2 會造成雨水的酸化，當排放此些酸性氣體造成雨水的 pH 值降至 4.0 後，請問在深度為 3 m、表面積 10 km^2 、鹼度為 $30 \text{ mg-CaCO}_3/\text{L}$ 的湖泊，接受多少雨量(以 mm 計算)的酸雨後，會讓湖泊的 pH 值由原先的 7.0 降至 6.7？
- (四)當湖泊接受酸雨後，湖泊中的氯離子濃度($[\text{Cl}^-]$)也增加至 10^{-3} M ，在考慮下列反應式的情況下，請問此時湖泊中的鎘離子(Cd^{2+})濃度為何？因酸雨而增加的溶解度比例為何？





三、衛生掩埋場的掩埋過程會產生甲烷 (CH_4)，通常所產生的甲烷都會經由燃燒處理來產生能量及降低可能的危害。今有一衛生掩埋場的管理室利用掩埋場所產生的甲烷來產生熱量，請回答下列問題：(15 分)

- (一) 甲烷在管理室中燃燒所使用的空氣/燃料比值為 1 : 1.92，請問在此情形下會產生多少比例的一氧化碳 (CO) ?
- (二) 當一氧化碳的濃度達到 250 ppm 時，即會讓人失去意識。假設管理室的空間為 $4 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ ，且每小時需燃燒 10 克的甲烷來讓管理室的溫度維持在 20°C 。在密閉無通風的情況下，請問需要多久的時間，會讓一氧化碳的濃度達到讓人失去意識的程度？

註： $\log 2 = 0.301$, $\log 3 = 0.477$, $\log 7 = 0.845$

原子量 (g/mole)：碳 (C)：12.01；氫 (H)：1.01；氯 (Cl)：35.45；鐵 (Fe)：55.85；鎘 (Cd)：112.41

四、現有一傳統活性污泥處理程序，工程師原依照去除有機物之方式設計規劃，但因應新增之氨氮去除要求，整體規劃邏輯必須重新調整。若將硝化作用也納入設計，請詳細說明如何依照好氧硝化菌之生長代謝特性，對原來之活性污泥設計做出修改。(15 分)

五、地下水生物復育工程師取得數株可能具有污染物降解能力之純菌株，初步由其外觀及菌落特徵並無法區分出其種類差異。在不進行基因定序為前提，工程師需要判斷出這些微生物是否為不同菌株，請問有那些實驗方法可以進行？請一併說明其實驗原理。(15 分)

六、請說明微生物細胞中可能被累積的無機顆粒有那些？其功能為何？(10 分)