

107年專門職業及技術人員高等考試  
建築師、技師、第二次食品技師考試暨  
普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

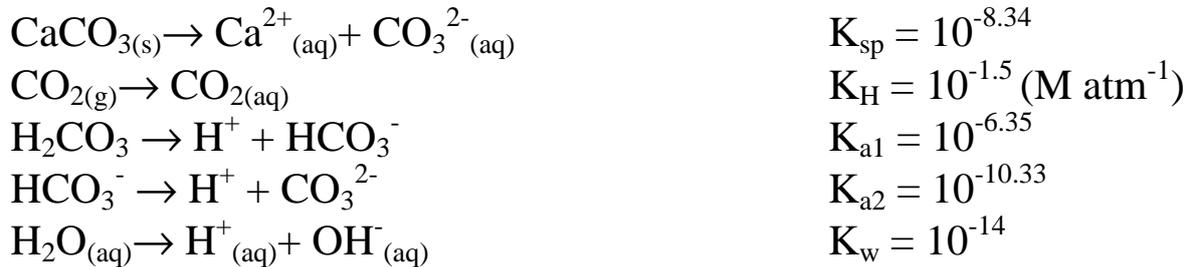
等 別：高等考試  
類 科：環境工程技師  
科 目：環境化學與環境微生物學  
考試時間：2小時

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。

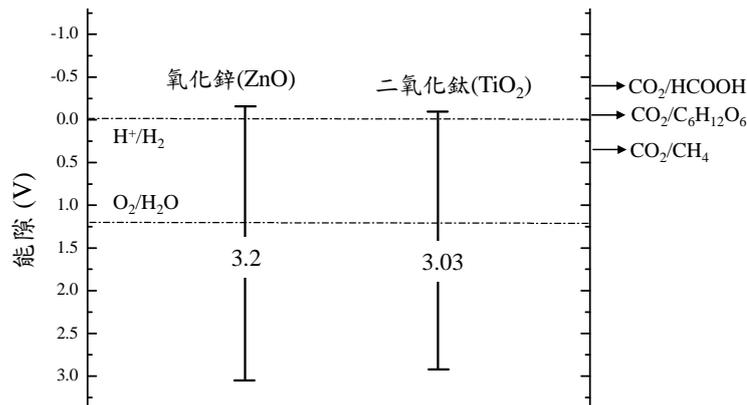
一、湖泊中河床中的碳酸鈣 ( $\text{CaCO}_3$ ) 與大氣中二氧化碳 ( $\text{CO}_2$ ) 間的平衡會影響天然水體的 pH 值，請回答下列問題：

- (一)目前大氣中  $\text{CO}_2$  的濃度為 380 ppmv，請問此時溶於水中的  $\text{CO}_2$  平衡濃度為何？(4分)
- (二)在湖泊不與大氣中  $\text{CO}_2$  進行氣體交換的密閉情況下，請問此時湖泊的 pH 值為何？(8分)
- (三)當湖泊與大氣中  $\text{CO}_2$  進行氣體交換後（開放系統），請問此時湖泊的 pH 值為何？(8分)



註： $\log 2 = 0.301$ ;  $\log 3 = 0.477$ ;  $\log 7 = 0.845$   
 $\sqrt[3]{2} = 1.26$ ;  $\sqrt[3]{3} = 1.44$ ;  $\sqrt[3]{5} = 1.71$ ;  $\sqrt[3]{7} = 1.91$

二、氧化鋅 ( $\text{ZnO}$ ) 及二氧化鈦 ( $\text{TiO}_2$ ) 均為環境中常見的氧化物，同時也常作為異相光催化劑來去除環境污染物。請由下圖能隙 (bandgap) 與氧化還原電位間的關係，回答下列問題：



- (一)在空氣污染防制技術開發上，氧化鋅 (ZnO) 與二氧化鈦 (TiO<sub>2</sub>) 均常被用來進行二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 的還原反應，請說明此二種光催化劑還原二氧化碳形成有機物 (如甲烷或甲酸) 的基本原理。從上圖之關係，請說明何者對 CO<sub>2</sub> 的轉化效能較佳？ (10 分)
- (二)在水污染防治技術開發上，使用氧化鋅作為光催化劑，常會造成處理水鋅離子濃度的增加，請問主要的原因為何？並請寫出可能的反應式。 (5 分)
- (三)在含有溶解性有機物或是腐植質的水體中，為何使用氧化鋅光催化劑所釋出的鋅離子濃度，會較在一般水體環境中為高？ (5 分)

- 三、土壤為由固體、液體及氣體所共同組成的多孔介質，土壤的固體部分主要為由粒徑小於 2 mm 的礦物顆粒加上有機物所組成。依顆粒粒徑又可分為砂土 (sand)、坩土 (silt) 與黏土 (clay) 三大類，有機物則以腐植質 (humic substance) 為主，依其在酸鹼溶液中的溶解度，又可分為腐植素 (humic)、腐植酸 (humic acid) 及黃酸 (fulvic acid) 三大類。此些複雜的成分，構成不同的土壤質地 (soil texture) 特性，同時對重金屬與有機物具備不同程度的吸附能力。依據如上的說明，請回答下列問題：
- (一)何謂土壤質地？影響土壤質地的主要因素為何？ (6 分)
- (二)下表為腐植酸與黃酸的化學元素組成，請比較二者間的對重金屬與有機物的吸附能力。 (8 分)

化學元素組成	腐植酸(wt%)	黃酸(wt%)
C	50 - 60	40 - 50
H	4 - 6	4 - 6
O	30 - 35	44 - 50
N	2 - 4	1 - 3
S	1 - 2	0 - 2

- (三)陽離子交換能力 (cation exchange capacity, CEC) 為土壤重要的指標，其可利用滴定方式進行測定。測定方法為先將土壤以 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 進行交換後，再加入 KCl 溶液，同時滴定流出液中 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 的當量數。今取 100 克的土壤經 0.4L 的 KCl 處理後，流出液中的 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 當量數為 0.23 N，請說明陽離子交換能力的定義，同時計算此土壤的陽離子交換能力。 (6 分)

- 四、請以 Chemoorganotrophy、Chemolithotrophy、Phototrophy 等微生物代謝多樣性來解釋微生物如何參與環境中的碳循環。(15 分)
- 五、污染場址中存在混合微生物族群，如果想用基因分析技術來確認場址中是由那些微生物正在進行污染物分解反應，該如何進行？(15 分)
- 六、部分微生物會在細胞內儲存特定物質，以活性污泥除磷系統為例，所生長出的除磷菌之細胞內便可能存在數種胞內累積物質，請回答出這些胞內物質的形成機制以及存在意義。(10 分)