

國立中央大學 111 學年度碩士班考試入學試題

所別： 環境工程研究所 碩士班 甲組(一般生)

共 1 頁 第 1 頁

科目： 環境化學及環境微生物

1. 地下水受含氯有機溶劑污染時可藉由生物復育的方式達到整治功效。以三氯乙烯(TCE)為例，目前已知的生物復育工法包括「好氧」與「厭氧」兩種方式，但兩種方式所倚賴的關鍵微生物族群截然不同。請從微生物細胞能量學的角度，分別說明微生物如何進行三氯乙烯(TCE)的好氧與厭氧降解作用。(25%)
2. 微生物在氮的生物地球化學循環扮演舉足輕重的角色。請說明並比較兩類生物性的硝酸鹽還原作用的同與異：硝酸鹽異化還原為氨氮作用 (dissimilatory nitrate reduction to ammonia, DNRA) 與脫硝作用 (denitrification)。(25%)
3. 某郊外無外來污染點源且自來水未及地區的地下水，剛取出時發現含有高濃度的砷(~20 ppb)。經調查後得知是因當地某些住戶的化糞池洩漏，使得該地含水層的厭氧微生物受誘發刺激而代謝活躍，進而使得砷從含水層固相移至水溶液相。地質調查與水質分析的結果顯示，該含水層的緩衝力主要來自於碳酸鹽系統，且剛自 40 米深處抽出的地下水 pH 值為 6，鹼度約為 6×10^{-4} eq/L。請根據上述的資訊，預測此地下水剛抽出時，主要的砷物種為何(五價或是三價)，以及經一段時間與周界的大氣達平衡後，其 pH 值與鹼度的變化又各將會如何(升高或降低)？請詳細說明您的答案。(25%)
4. 人造奈米元素銀顆粒(silver nanoparticles, AgNPs)因其優異的殺菌效果，已廣泛應用在諸如服飾、醫療、甚至玩具等產業。然而，奈米元素銀顆粒的微生物毒性主要來自於一價銀離子 Ag(I)，而非零價銀顆粒 $\text{Ag}(0)_{(s)}$ ，這也代表著奈米銀氧化成銀離子是其殺菌的關鍵步驟。在好氧狀態下，奈米元素銀確實極易轉換成銀離子，但如要判斷奈米銀在脫硝狀態下的殺菌效果(即殺菌程度與效率)，請問是否可藉由下表的銀與脫硝時所產生的含氮物種彼此間的氧化還原反應的“標準”自由能變化(ΔG^0)來預測？請詳細說明您的答案。(25%)

Redox Reactions	ΔG^0 (kJ mol⁻¹)
$\text{Ag}(0)_{(s)} + 1/5 \text{NO}_3^- + 6/5 \text{H}^+ = \text{Ag}(I) + 1/10 \text{N}_{2(aq)} + 3/5 \text{H}_2\text{O}$	- 41.22
$\text{Ag}(0)_{(s)} + 1/3 \text{NO}_2^- + 4/3 \text{H}^+ = \text{Ag}(I) + 1/6 \text{N}_{2(aq)} + 2/3 \text{H}_2\text{O}$	- 66.25
$\text{Ag}(0)_{(s)} + 1/2 \text{NO}_{(aq)} + \text{H}^+ = \text{Ag}(I) + 1/4 \text{N}_{2(aq)} + 1/2 \text{H}_2\text{O}$	- 88.2
$\text{Ag}(0)_{(s)} + 1/2 \text{N}_2\text{O}_{(aq)} + \text{H}^+ = \text{Ag}(I) + 1/2 \text{N}_{2(aq)} + 1/2 \text{H}_2\text{O}$	- 87.57