

113年公務人員高等考試三級考試試題

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。

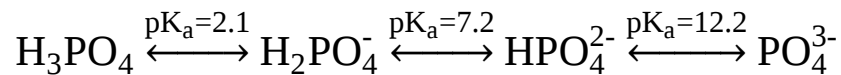
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(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、為緩和水溶液系統中 pH 值因酸或鹼的導入而產生劇烈變化，我們常會配置緩衝溶液 (buffer solution)。請回答以下與緩衝溶液相關的問題：

(一)請說明緩衝溶液的基本組成與緩衝溶液抑制 pH 變化的原理。(10 分)

(二)請計算溶液中含有 0.300 M KH_2PO_4 與 0.200 M K_2HPO_4 時，溶液中的 pH 為何？(5 分)



(三)若在 400 ml 的上述緩衝溶液 (0.300 M KH_2PO_4 /0.200 M K_2HPO_4) 中加入 100 ml 0.05 M NaOH 溶液時，pH 變化量為多少？(5 分)

(四)請說明緩衝能力 (buffer capacity)，以及決定高緩衝能力的兩項因子。(10 分)

二、酸鹼度計 (pH meter) 是實驗室常用來分析溶液中 pH 值的儀器，請回答以下關於 pH meter 的相關問題：

(一)請說明 pH meter 量測 pH 值的原理。(10 分)

(二)請說明為何 pH meter 對 pH 的測值容易受溫度影響？(5 分)

(三)請問 pH 值確切上是與 H^+ 莫耳濃度還是與 H^+ 活度 (activity) 相關的指標？(2 分) 請說明 H^+ 莫耳濃度與 H^+ 活度在物理意義上的差異。(3 分)

三、重金屬離子常與水溶液中的陰離子形成錯合物，請回答以下關於錯合的相關問題：

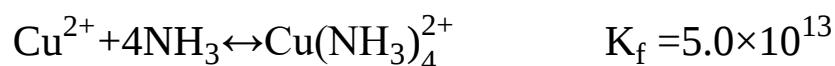
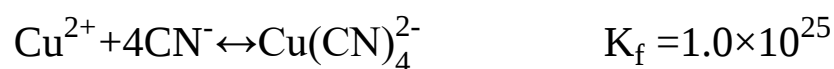
(一)金屬陽離子與陰離子的錯合反應是一種路易式酸鹼 (Lewis acid-Lewis base) 作用的反應，請問何者為鹼？何者為酸？(4 分)

(二)請依序排列 HCO_3^- 、 NO_3^- 與 NH_3 對 Cu^{2+} 的錯合能力，並從各物種的 pK_a 或 pK_b 解釋你的答案。(9 分)

(H_2CO_3 $\text{pK}_a=6.4$, HCO_3^- $\text{pK}_a=10.3$, HNO_3 $\text{pK}_a=-1.4$, NH_3 $\text{pK}_b=4.75$)

(三)請問相較於原先的金屬離子，金屬錯合物的還原電位會提高還是降低？請說明你的原因。(6 分)

(四)根據以下方程式與形成常數 (formation constant, K_f)， $\text{Cu}(\text{CN})_4^{2-}$ 還是 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 錯合物的還原電位比較高？請解釋你的答案。(6 分)



四、光化學是很主要的大氣化學反應，請回答以下相關問題：

(一)若 Cl 原子的生成熱為 $\Delta H_f = 121.7 \text{ kJ/mol}$ ，請問波長小於多少 nm 的光可將 Cl_2 游離成 Cl 原子？(5 分)

(普朗克常數 (Planck's constant, h) = $6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ，光速 $C = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$)

(二)請說明自由基定義與光誘發分子產生自由基的原理。(5 分)

(三)請由路易式結構 (Lewis structure) 判斷 O_3 是否為自由基？(5 分)

(四)氫氧自由基 ($\bullet\text{OH}$) 在白天 1.0 atm 15°C 時的濃度為 7.5×10^6 個/ cm^3 ，請計算該濃度為多少 ppt (氣體常數 $R = 0.082 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$)？(5 分)
若該 $\bullet\text{OH}$ 在 1 分鐘時變為 5.3×10^6 個/ cm^3 ，2 分鐘時變為 3.8×10^6 個/ cm^3 ，4.5 分鐘時僅剩 1.5×10^6 個/ cm^3 ，請問該消耗的速率常數為何？(5 分)