

類 科：化學安全  
科 目：環境化學  
考試時間：2小時

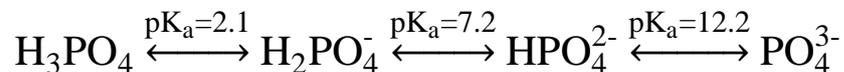
座號：\_\_\_\_\_

※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  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  與 0.200 M  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  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  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ /0.200 M  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ) 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  $\text{H}^+$  莫耳濃度還是與  $\text{H}^+$  活度 (activity) 相關的指標？(2分) 請說明  $\text{H}^+$  莫耳濃度與  $\text{H}^+$  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：

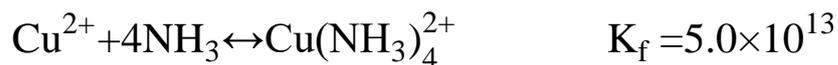
(一)金屬陽離子與陰離子的錯合反應是一種路易式酸鹼 (Lewis acid-Lewis base) 作用的反應，請問何者為鹼？何者為酸？(4分)

(二)請依序排列  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NO}_3^-$  與  $\text{NH}_3$  對  $\text{Cu}^{2+}$  的錯合能力，並從各物種的  $\text{pK}_a$  或  $\text{pK}_b$  解釋你的答案。(9分)

( $\text{H}_2\text{CO}_3$   $\text{pK}_a=6.4$ ,  $\text{HCO}_3^-$   $\text{pK}_a=10.3$ ,  $\text{HNO}_3$   $\text{pK}_a=-1.4$ ,  $\text{NH}_3$   $\text{pK}_b=4.75$ )

(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  $\text{Cl}_2$  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  $\text{O}_3$  是否為自由基？(5分)

(四)氫氧自由基 ( $\bullet\text{OH}$ ) 在白天 1.0 atm  $15^\circ\text{C}$  時的濃度為  $7.5 \times 10^6$  個/ $\text{cm}^3$ ，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  $5.3 \times 10^6$  個/ $\text{cm}^3$ ，2 分鐘時變為  $3.8 \times 10^6$  個/ $\text{cm}^3$ ，4.5 分鐘時僅剩  $1.5 \times 10^6$  個/ $\text{cm}^3$ ，請問該消耗的速率常數為何？(5分)