

類 科：環境檢驗、環保技術

科 目：環境化學概要

考試時間：1 小時 30 分

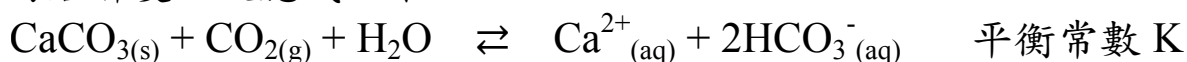
座號：_____

※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。

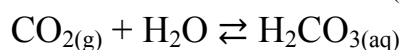
一、自然水體中若大氣 CO_2 溶於水體中，會增加水體中岩石 (Rock) $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 的溶解度，反應式如下：



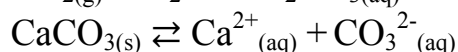
(一)請寫出上述反應平衡常數 K 的表示式，並利用下面系列反應式計算上述反應的平衡常數 K 值。(10 分)



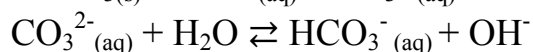
$$K_1 = 4.5 \times 10^{-7}$$



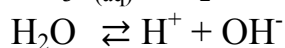
$$K_H = 3.4 \times 10^{-2} \text{ M atm}^{-1} (\text{亨利常數})$$



$$K_{sp} = 4.6 \times 10^{-9}$$



$$K_b = 2.1 \times 10^{-4}$$

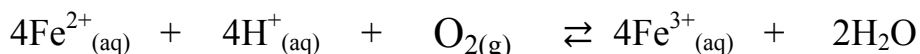


$$K_w = 1.0 \times 10^{-14}$$

(二)若目前大氣中 CO_2 的含量是 400 ppm，請計算水體中 $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 的溶解度。(10 分)

二、汞 (Hg^0) 在室溫 (298 K) 的飽和蒸氣壓為 $1.6 \times 10^{-6} \text{ atm}$ ，如果有個古老化學實驗室在早期有水銀的不慎洩漏未能完全回收清理，這些水銀經長時間其汞蒸氣壓在室內已達飽和，請計算在一大氣壓及室溫下，該實驗室每立方米 (m^3) 空氣中有多少毫克 (mg) 的汞蒸氣。假設汞蒸氣是理想氣體。(Hg：原子量 = $200.6 \text{ g mole}^{-1}$ ， $R = 0.082 \text{ L atm / K mole}$) (15 分)

三、自然水中， Fe^{2+} 在酸性條件下可被大氣 $\text{O}_{2(\text{g})}$ 氧化為 Fe^{3+} ，反應式及各反應物的標準生成自由能 ($\Delta G_{f(298)}^\circ$) 如下：



$$\Delta G_{f(298)}^\circ (\text{KJ/mole}): \quad -78.87 \quad 0 \quad 0 \quad -4.6 \quad -237.18$$

(一)利用自由能 (ΔG°) 請計算上述反應的平衡常數 K 值。已知 $\Delta G^\circ = -RT \ln K$ (10 分)

$T = 298 \text{ K}$ 、 $R = 8.314 \text{ joule/K mole}$ Fe 原子量：55.85 g/mole

(二)若水溶液與大氣達平衡，水溶液 $\text{pH} = 2$ ，大氣 $\text{pO}_{2(\text{g})} = 0.21 \text{ atm}$ ，總溶解性的 Fe 濃度為 1.0 mg/L ，請計算自然水中 Fe^{2+} 及 Fe^{3+} 莫爾濃度各為何？(15 分)

四、臭氧 (O_3) 是空氣污染物，可存在地表及平流層大氣中，請回答下列有關 O_3 的問題。

(一)以 Freon-12(CCl_2F_2)冷媒為起始化合物，經紫外光(UV)照射產生 $\cdot Cl$ ，可與平流層中的 O_3 反應破壞 O_3 (Ozone destruction)， $\cdot Cl$ 可在反應中重複產生，它的系列反應可用 Molina-Rowland scheme 來說明，請寫出它們的系列反應式。(8 分)

(二)地表大氣中的臭氧可以利用下列方法分析其濃度， O_3 在 KI 水溶液中將碘離子(I^-)氧化成 I_2 ，反應式： $O_{3(g)} + 2 KI_{(aq)} + H_2O \rightleftharpoons I_2 + O_2 + 2KOH$ 在室溫 (298 K、1atm) 取 10.0 L 空氣樣品需 17.0 μg 的 KI 將其中的 O_3 反應掉，請計算空氣樣品中含有多少 ppb 的 O_3 。分子量 KI =166 g/mole， $R=0.082$ L atm/K mole (12 分)

五、水溶液中的毒化物氰離子(CN^-)可利用 EDTA 螯合劑間接滴定分析其含量。有一個 30.1 mL 之 Ni^{2+} 溶液先以 0.013 M 的 EDTA 滴定，共滴了 39.4 mL EDTA。另有一個含氰離子(CN^-)水溶液 12.8 mL 先加入過量 25.0 mL Ni^{2+} 溶液，生成 $Ni(CN)_4^{2-}$ 錯合物，其反應式如下： $4 CN^- + Ni^{2+} \rightarrow Ni(CN)_4^{2-}$ ，反應剩餘之 Ni^{2+} 再以 0.013 M 的 EDTA 滴定，共滴了 10.15 mL，而 $Ni(CN)_4^{2-}$ 不會與 EDTA 反應。依據上述之反應條件計算該 12.8 mL 的水溶液中氰離子(CN^-)之莫爾濃度。(20 分)