

類 科：化學安全

科 目：環境化學（含分析化學）

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。

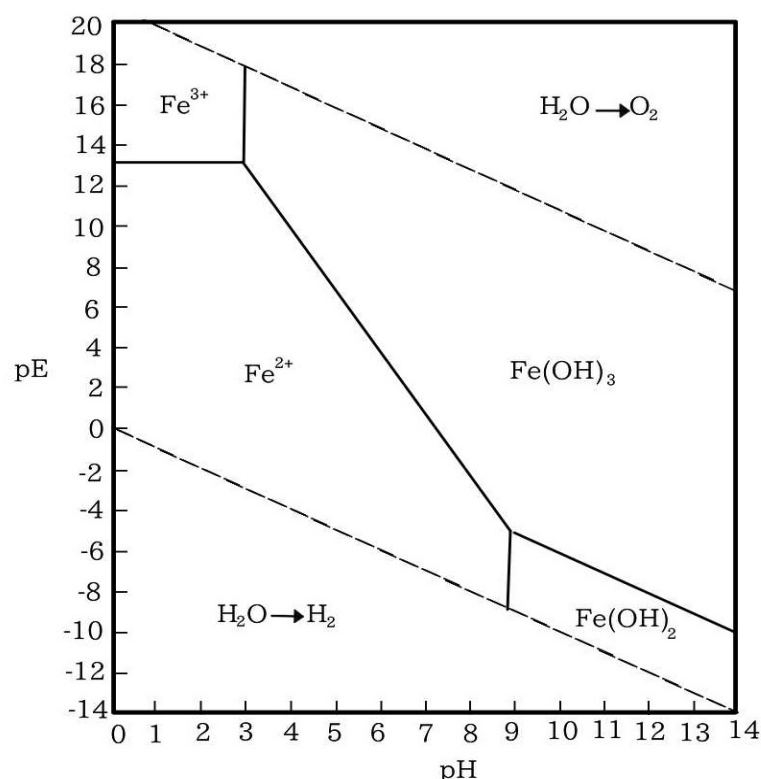
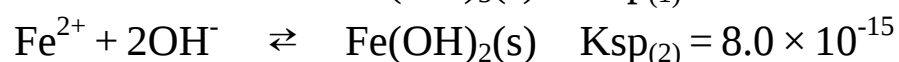
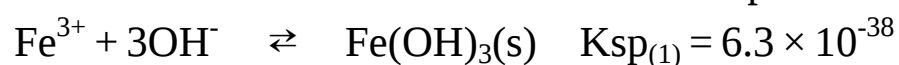
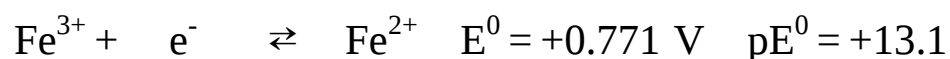
(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、實驗室的分析工作十分繁雜，許多人為或環境的因素，有意或無意的造成分析結果的誤差，錯誤的數據會導致在重要決策中的錯誤判斷及錯誤的決定。因此必須設計一套品保（QA）品管（QC）的制度來確保實驗室分析數據的品質。

(一)如何執行實驗室之品質管理，包含那些項目？（5 分）

(二)實驗室應將依據標準檢驗方法，以 QA/QC 之程序，編寫成為標準作業程序，做為工作之準則，請敘述有關確保分析數據品質 QA/QC 之六項程序：準確度、精密度、空白樣品、添加樣品、查核樣品及重複樣品分析之定義。（15 分）

二、鐵（Fe）在自然水（natural water）中存在有 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$ 等溶解態離子及氫氧化鐵沉澱，若在自然水中 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 的平衡濃度都是 $1.0 \times 10^{-5} \text{M}$ 。又鐵在自然水的 pE-pH 圖、 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 的氧化還原電位及 $\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$ 的沉澱反應式及 Ksp 值分別如下：（ $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ ）



(一)請分別導出 $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$ 及 $\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})/\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$ 它們邊界線（boundary line）的 pE-pH 方程式。（16 分）

(二)請計算當 Fe^{2+} 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$ 及 $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$ 在自然水中達到平衡時的 pE 及 pH 值。（4 分）

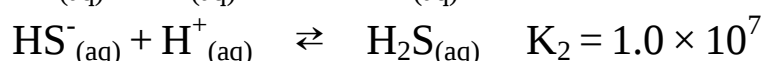
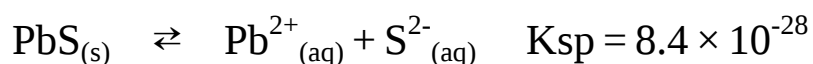
（請接背面）

類 科：化學安全

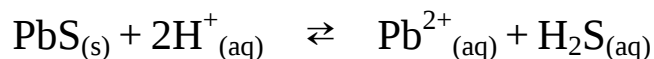
科 目：環境化學（含分析化學）

三、多氯聯苯(PCB)在環境中的降解，其降解反應速率是一級反應(first order rate law)，其反應速率常數 $k = 0.078 \text{ year}^{-1}$ ，在 1994 年在某湖泊中 PCB 測得的平均濃度是 0.087 ppt，若無其他後續 PCB 之污染，請預估在 2018 年該湖泊中 PCB 的平均濃度為何？又在西元多少年時 PCB 的平均濃度可降到 0.010 ppt？(10 分)

四、自然水中的鉛(Pb)常以 $\text{PbS}_{(s)}$ 和 $\text{PbCO}_{3(s)}$ 存在，當水質為酸性時會溶解出 Pb^{2+} ，溶解性的鉛進入人體會造成傷害，若以 $\text{PbS}_{(s)}$ 為自然水存在物種。又依據下列反應條件：

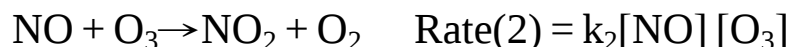


(一)計算下列反應之平衡常數(K)值：(5 分)



(二)計算分別在 pH=2 及 7，自然水中鉛的莫爾濃度。(10 分)

五、在平流層中臭氧(O_3)分子會與氯原子(Cl)及其它如一氧化氮(NO)反應而分解，反應式分別如下：



又反應速率常數值， k_1 及 k_2 分別為 $3.0 \times 10^{-11} e^{-250/T}$ 及 $1.8 \times 10^{-12} e^{-1250/T}$ ，T 是 Kelvin 溫度，在離海平面 20 km 高之平流層溫度為 -50°C ，又 $[\text{NO}] = 1000[\text{Cl}]$ 。

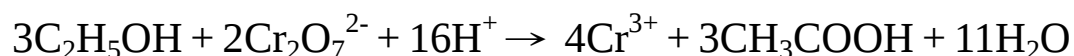
(一)請計算：Cl 及 NO 破壞臭氧(O_3)之反應速率比值，亦即 $\text{Rate}(1)/\text{Rate}(2)$ 值。(10 分)

(二)又 20 km 高之平流層溫度為 -50°C ， $[\text{Cl}] = 4.5 \times 10^5 \text{ molecules/cm}^3$ ，

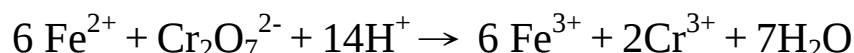
$$[\text{O}_3] = 2.0 \times 10^{12} \text{ molecules/cm}^3, k_1 = 3.0 \times 10^{-11} e^{-250/T} \text{ molecules}^{-1} \text{ cm}^3 \text{ sec}^{-1}$$

請計算 $\text{Rate}(1) = k_1[\text{Cl}][\text{O}_3]$ 之值為何？(5 分)

六、酒中的乙醇($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)，可利用重鉻酸鉀($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)氧化法計算其百分比含量%(w/v)，有一白蘭地酒，取 5.0 mL 用純水稀釋到 1.0 L，然後取 25.0 mL 的稀釋酒，再加入 50.0 mL、0.020 M $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的熱溶液，將 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 完全氧化成乙酸(CH_3COOH)，其反應式如下：



當溶液冷卻，加入 20.0 mL、0.1253 M 的 Fe^{2+} 溶液與 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 反應，剩餘的 Fe^{2+} 加入 diphenylamine sulfonic acid 指示劑，再以 7.46 mL，0.020 M $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 滴定，達當量點其反應式如下：



請計算白蘭地酒中的%(w/v) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 含量。($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$: FW = 46 g/mole) (20 分)