

111年公務人員特種考試關務人員、身心障礙人員考試及  
111年國軍上校以上軍官轉任公務人員考試試題

考試別：關務人員考試

等別：四等考試

類科：化學工程

科目：分析化學概要

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、(一)常用的溶液中物質濃度單位 ppm 定義為何？計算時我們經常將 mg/L 當成 ppm 使用，請問為何 ppm 與 mg/L 可以互通？是否有任何條件限制？(10分)

(二)報導空氣品質時也常用 ppmv 當作單位，請說明此單位的定義。(8分)

(三)在全球呼籲減碳與永續的聲浪下，目前空氣中的二氧化碳已經高達 400 ppmv，請問在 1 莫耳的空氣裡，含有多少毫克的二氧化碳？(7分)

二、如果要讓水溶液中的  $Pb^{2+}$  完全沉澱，可在該溶液加入  $S^{2-}$  形成  $PbS_{(s)}$ ：



持續通入  $H_2S$  氣體使含有  $Pb^{2+}$  的水溶液中  $H_2S_{(aq)}$  維持飽和溶解度 0.1 M，加入緩衝試劑使整體溶液維持 pH=3.52，並參考下列反應：



(一)請推導出平衡時  $[Pb^{2+}]$  與  $[H^+]$ 、 $K_1$ 、 $K_2$  之間的數學關係式。(15分)

(二)根據上述條件當沉澱完畢達到平衡時，水溶液中  $[Pb^{2+}] = \underline{\quad? \quad} M$  (10分)

三、將  $Ag_3PO_{4(s)}$  ( $K_{sp} = 2.8 \times 10^{-18}$ ) 飽和溶解於 pH=6.0 緩衝溶液。(  $H_3PO_4$  三質子酸解離常數： $K_1 = 7.11 \times 10^{-3}$ ,  $K_2 = 6.32 \times 10^{-8}$ ,  $K_3 = 4.5 \times 10^{-13}$ )

(一)請計算  $PO_4^{3-}$  對溶液中所有具磷酸根物種的比值 (即莫耳濃度分率)， $\alpha(PO_4^{3-}) = [PO_4^{3-}] / ([PO_4^{3-}] + [HPO_4^{2-}] + [H_2PO_4^-] + [H_3PO_4]) = ?$  (8分)

(二)請推導出  $Ag_3PO_4$  溶解度 (用 S 表示) 與  $K_{sp}$  (溶解度積) 以及  $\alpha(PO_4^{3-})$  之數學關係式， $S = ?$  (以  $K_{sp}$  與  $\alpha(PO_4^{3-})$  表示之關係式) (10分)

(三)請問銀離子濃度  $[Ag^+] = ?$  (7分)

四、將某一酒精溶液樣品 1.0 mL 加到 50 mL、0.02 M 的  $K_2Cr_2O_7$  水溶液中，在酸性條件下充分加熱反應，已知酒精會被氧化成醋酸， $K_2Cr_2O_7$  會產生  $Cr^{3+}$ ：

(一)請寫出此步驟的平衡氧化還原反應。(8分)

(二)在前一步中  $K_2Cr_2O_7$  必須是過量才可使酒精完全耗盡，因此在反應之後會有剩餘的  $K_2Cr_2O_7$  需要測定，吾人先加入 20 mL 的  $Fe^{2+}$  (0.125 M) 與適量酸使之完全還原，請寫出此步驟的平衡氧化還原反應。(7分)

(三)過剩的  $Fe^{2+}$  可以再用原本配好的 0.02 M  $K_2Cr_2O_7$  溶液滴定之，經實驗測定此步驟需 7.5 mL  $K_2Cr_2O_7$  方可達滴定終點。原本酒精溶液樣品的濃度是多少百分比 (w/v) % ? (10分)