

109年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：環境檢驗
科 目：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、某食品廠擬藉由重量分析法來了解所購買之豆類原料中磷營養素的含量，方法如下：將0.5891 g的樣品研磨成粉末，加入100.0 mL二次水攪拌2小時後，過濾取得濾液；於濾液中添加沉澱劑 MgSO_4 與氨水形成 $\text{Mg}(\text{NH}_4)\text{PO}_4$ 白色沉澱。以真空抽氣方式過濾並收集沉澱物，經過洗滌乾燥，置入高溫爐中燃燒得到0.1243 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 。請回答下列問題：

- (一)計算該樣品中磷的重量百分比濃度，以 P_2O_5 表示至小數點第一位。已知 $\text{Mg}(\text{NH}_4)\text{PO}_4$ 、 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 、 P_2O_5 的分子質量分別為137.31、222.55、141.94 g/mol。(8分)
- (二)請畫出真空過濾(vacuum filtration)的裝置圖。(8分)
- (三)說明在形成沉澱物的實驗過程中，可以增進沉澱物顆粒成長的三個方法。(9分)

二、有關難溶鹽類水溶液的化學平衡，請回答下列問題：

- (一) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 的溶解度為 2.21×10^{-4} g/L，計算此鹽在水中的平衡常數 K_{sp} 。已知 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 的分子質量為310.18 g/mol。(7分)
- (二)將5.7889 g氯化鈣溶於水中，溶液的pH值調整至pH 10，將會形成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 沉澱嗎？已知水溶液的總體積為50.0 mL， CaCl_2 的分子質量為110.98 g/mol， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的 K_{sp} 為 6.5×10^{-6} 。(8分)
- (三)在0.04 M KIO_3 與0.08 M NaCN 的混合溶液中，請說明用銀離子將兩種陰離子可以定量分離的條件。使用 1.0×10^{-6} M作為定量分離的標準，已知 AgCN 及 AgIO_3 的 K_{sp} 分別為 2.2×10^{-16} 、 3.1×10^{-8} 。(10分)

三、燒杯中含有0.0213 M CdCl_2 的電解質及大量的 AgCl 沉澱物，在此杯中放入鎘棒與銀棒，前者作為陽極，後者作為陰極。已知法拉第常數為96485庫侖/莫爾(C/mol)，此電池總反應的自由能量(free energy)為-125.3 KJ/mol Cd。請回答下列問題：

- (一)請寫出陽極反應方程式、陰極反應方程式、總反應方程式。(9分)
- (二)計算電化學電池的電位(以V為單位，至小數點第三位)。(8分)
- (三)說明電化學電池反應至結束時，電極重量與溶液中離子濃度的變化。(8分)

四、某待測水溶液150 mL中包含HCl、NaCl和ZnCl₂，將其均分成3等份進行下列滴定實驗：第1份水溶液樣品中加入3滴酚酞指示劑後，需要12.3 mL、0.0397 M Ba(OH)₂到達滴定終點；第2份水溶液樣品的pH調節至10，加入3滴calmagite指示劑後，需要8.89 mL、0.0395 M EDTA直接滴定到達滴定終點；第3份水溶液樣品通過陽離子交換樹脂Dowex 50W-X4後，所獲得之水溶液用0.0397 M Ba(OH)₂滴定，需要48.7 mL直接滴定到達滴定終點。

請回答下列問題：

(一)計算原來待測水溶液的pH值（至小數點第二位）。（7分）

(二)計算原來待測水溶液中Zn²⁺的莫爾濃度（至小數點第三位）。（8分）

(三)計算原來待測水溶液中Na⁺的莫爾濃度（至小數點第三位）。（10分）