

115年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：化學工程

科 目：化學程序工業（包括質能均衡、分析化學、儀器分析）

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)本科目得以本國文字或英文作答。

一、氫氧化鈉 (NaOH) 常利用鹽水溶液 ($\text{NaCl}, \text{H}_2\text{O}$) 經電解程序加以製備，而生產過程會衍生氯氣 (Cl_2) 及氫氣 (H_2)。若進料鹽水溶液之濃度為 40 wt%，產物組成為 44 wt% NaOH 、6 wt% NaCl 及 50 wt% H_2O 。
($M_{\text{Cl}_2} = 71 \text{ g/mol}$ ； $M_{\text{NaCl}} = 58.5 \text{ g/mol}$ ； $M_{\text{NaOH}} = 40 \text{ g/mol}$ ； $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol}$)
試求：

(一)食鹽 (NaCl) 轉化為氫氧化鈉之百分比？(10 分)

(二)製備 100 kg 產物時，所生成之氯氣及氫氣重量 (kg)？(10 分)

二、苯胺 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) 可利用硝基苯 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$) 與氫氣反應而製備，惟同時衍生水份。若生產過程中硝基苯進料 (100 moles) 之總轉化率 (overall conversion) 為 90%，而流經反應器之單程 (one-pass) 轉化率為 30%，新鮮氫氣進料為過量 20% (excess)。反應器出口物流 (stream) 經過分離器後分別獲致最終產物及反應物回流物流，反應物回流物流之組成為 23% 硝基苯及 77% 氫氣，此回流將與新鮮進料混合後流經反應器 (題中之 % 視為 mole %)。試求：

(一)硝基苯合成苯胺之化學反應式。(5 分)

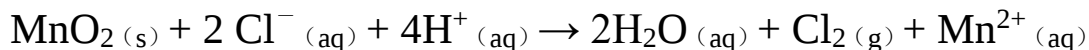
(二)最終產物之各成分莫耳數。(8 分)

(三)反應物回流之莫耳數。(7 分)

三、煉油業輕裂製程主要生產乙烯、丙烯及丁二烯，然進料裂解過程中，乙炔伴隨乙烯而生成，丙二烯亦隨丙烯而產生，四碳族之碳氫化合物則混合於丁二烯中。於上述情形下，試分別說明乙烯、丙烯及丁二烯之商業純化方法。(20 分)

四、重量分析法可用於檢測氯離子含量，請問：

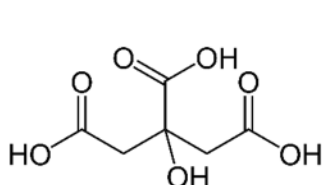
(一)某樣品含有氯化鉀 (KCl，分子量為 74.55 g/mol)，取 1.51 g 的樣品配製於酸性溶液中，加入 0.64 g 二氧化錳 (MnO₂，分子量為 86.94 g/mol) 後進行下列反應：



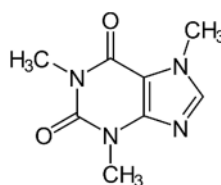
反應完全後，將過量的二氧化錳過濾、清洗及乾燥，秤得 MnO₂ 的重量為 0.35 克。請計算樣品中 KCl 的重量百分比。(12 分)

(二)檢測水中氯離子含量時，加入 AgNO₃ 溶液形成 AgCl 沉澱，請說明有那些具體方法可形成顆粒較大且易過濾的 AgCl 晶體沉澱。(8 分)

五、以逆相層析法 (reverse-phase liquid chromatography) 分析可樂中的檸檬酸 (C₆H₈O₇：pK_{a1} = 3.1、pK_{a2} = 4.8、pK_{a3} = 6.4) 及咖啡因 (C₈H₁₀N₄O₂) 含量。檸檬酸及咖啡因的結構如下：



檸檬酸



咖啡因

(一)當移動相 (mobile phase) 含有 20% 甲醇及 80% 水，請說明檸檬酸及咖啡因流出層析管柱的順序，並說明原因。(6 分)

(二)咖啡因的滯留時間 (retention time) 為 18.9 分鐘，未滯留物質流出管柱時間為 0.5 分鐘 (t_M)。未滯留物質及咖啡因訊號峰底部寬度 (width of peak) 分別為 0.5 分鐘及 1.0 分鐘。請計算咖啡因的滯留因子 (retention factor, k')。(6 分)

(三)若要滯留因子 k' = 10，以乙醇和水為移動相，乙醇和水的比例應該如何調整？(極性係數：水為 10.2，甲醇為 5.1，乙醇為 4.3)。(8 分)