

110年專門職業及技術人員高等考試建築師、
24類科技師(含第二次食品技師)、大地工程技師
考試分階段考試(第二階段考試)、公共衛生師
考試暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

等 別：高等考試
類 科：化學工程技師
科 目：程序設計
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、恆溫反應



在一個容積不變的批次反應器中進行。其反應速率式為

$$r = k C_A C_B$$

其中， $k = 9.92 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kmol}\cdot\text{s}$ 。反應之初始狀況為 $C_{A0} = 0.12 \text{ kmol}/\text{m}^3$ ， $C_{B0} = 0.08 \text{ kmol}/\text{m}^3$ 。

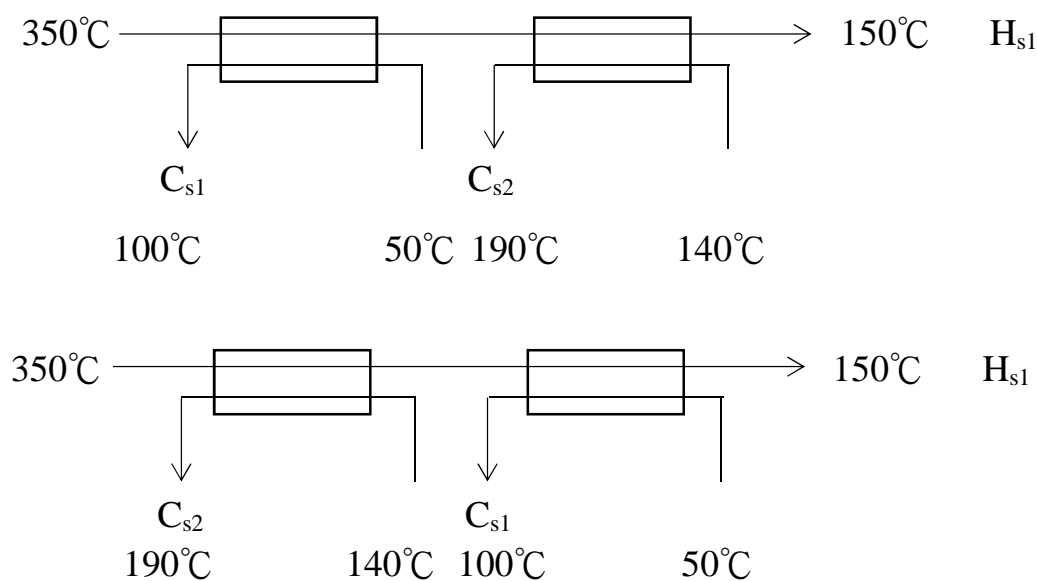
請回答下列問題：

- (一)此反應會先用盡的化合物 (limiting reagent) 為 A 或 B? (5分)
- (二)此 limiting reagent 達到 95% 反應率所需之時間。(10分)
- (三)若 C 可以與 A 繼續反應生成其他副產物， $C + A \rightarrow D$ ， $D + A \rightarrow E$ 。
如希望提高 C 的選擇率 (selectivity)，應採何種方式改善? (請以定性方式說明) (5分)

二、工廠有一熱流 (hot stream 1 : H_{s1}) 需從 350°C 降溫至 150°C 。有兩冷流 (C_{s1} 及 C_{s2}) 各需從 50°C 加溫至 100°C 及從 140°C 加溫至 190°C 。其熱含流量 (heat capacity flow rate = 重量流量 \times 熱含 = KJ/s) 分別為 $100(H_{s1})$ 及 $200(C_{s1}$ 及 $C_{s2})$ 。

(一)請分別說明下列圖一所示之兩種換熱順序，所需之總熱傳面積。假設總合熱傳係數皆為 $150 (\text{KJ/m}^2\text{-s}^{\circ}\text{C})$ 。(20 分)

(二)從以上之結果，換熱器效率 (以換熱面積而論)，冷熱流接觸之順序有何可遵循之規律？(5 分)



圖一

- 三、一個單效蒸發器用來濃縮進料量為 7 kg/s 之水溶液，將其從 10% 固含量濃縮至 50% 固含量。使用 205 kPa 之蒸汽，蒸發器內之壓力 13.5 kPa。假設蒸汽以飽和液體凝結，進料液體之溫度為 294 K，總熱傳係數為 $9 \text{ kW/m}^2\text{-K}$ ，液體之比熱為 3.56 kJ/kg-K 。請參考所附之蒸汽表，計算：
- (一) 產品 (即 50% 固含量溶液) 與移除水分的量，蒸汽所提供的熱能。(10 分)
- (二) 所需之熱傳面積及蒸汽之用量。(10 分)
- (三) 蒸汽之效度 (economy) 為何? (5 分)

蒸汽表

<u>Absolute pressure</u> (kPa, kN/m ²)	<u>Temperature</u> (°C)	Specific Enthalpy of		
		Liquid - h_l - (kJ/kg)	Vaporization - h_e - (kJ/kg)	Steam - h_s - (kJ/kg)
0.8	3.8	15.8	2493	2509
2.0	17.5	73.5	2460	2534
5.0	32.9	137.8	2424	2562
10.0	45.8	191.8	2393	2585
20.0	60.1	251.5	2358	2610
28	67.5	282.7	2340	2623
35	72.7	304.3	2327	2632
45	78.7	329.6	2312	2642
55	83.7	350.6	2299	2650
65	88.0	368.6	2288	2657
75	91.8	384.5	2279	2663
85	95.2	398.6	2270	2668
95	98.2	411.5	2262	2673
100	99.6	417.5	2258	2675
101.33⁽¹⁾	100	419.1	2257	2676
110	102.3	428.8	2251	2680
130	107.1	449.2	2238	2687
150	111.4	467.1	2226	2698
170	115.2	483.2	2216	2699
190	118.6	497.8	2206	2704
220	123.3	517.6	2193	2711
260	128.7	540.9	2177	2718

⁽¹⁾大氣壓力

四、化工廠常見高聳的燃燒塔，是工業安全的設施之一。請說明其用途、構造及設計之原理（高度）。（15分）

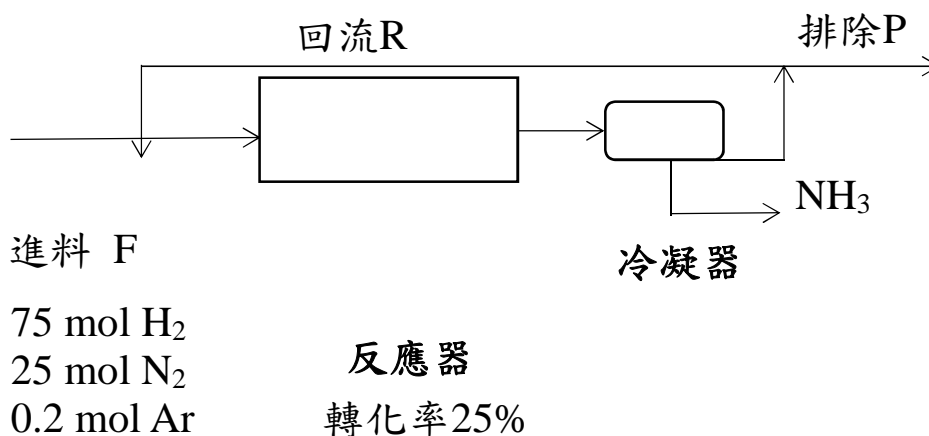
五、製造氨之製程中（見圖二），氫與氮氣按照所需比例 3：1 混合進入反應器。反應器之轉化率為 25%。生成之氨在冷凝器中回收，未反應的反應物送回反應器。在進料中含有氬氣，其含量為每 100 mol（氫+氮）進料氣中含 0.2 mol 氬氣。由於回流操作會累積氬氣，氬氣在反應系統中，最高限度為在每 100 mol（氫+氮）中含 5 mol 氬氣。所以有一定量的回流氣體需要排除。請計算下列問題：

(一) 回流比（recycle ratio, R/F）。（6分）

(二) 排除率（purge ratio, P/R）。（6分）

（F, R, P 均為氫+氮之莫耳流量）

(三) 每 100 mol 氫+氮進料可生成之氨量。（3分）



圖二