

類 科：化學工程

科 目：化學反應工程學

考試時間：2小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器，須詳列解答過程。

(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。

一、可逆反應  $A \rightleftharpoons B$  的反應式為  $-r_A = k_1 C_A - k_2 C_B$ ，其中  $k_1 = 1.8 \text{ min}^{-1}$ ， $k_2 = 1.2 \text{ min}^{-1}$ ， $C_A$  及  $C_B$  的單位為  $\text{mol/dm}^3$ 。若反應的初濃度  $C_{A0} = C_{B0} = 1 \text{ mol/dm}^3$ ，試計算 A 的平衡轉化率以及 A 的轉化率達到 10% 所需的反應時間。(1  $\text{dm}^3 = 1$  公升) (20 分)

二、乙烷的溴化反應， $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + 2\text{Br}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2(\text{g}, \text{l}) + 2\text{HBr}(\text{g})$ ，於  $200^\circ\text{C}$  及  $2500 \text{ kPa}$  ( $24.7 \text{ atm}$ ) 之栓流反應器 (plug flow reactor) 中進行。若進料中只有  $\text{C}_2\text{H}_6$  及  $\text{Br}_2$ ，其體積流率為  $0.5 \text{ dm}^3/\text{s}$ 、莫耳比為  $\text{C}_2\text{H}_6 : \text{Br}_2 = 1 : 2$ ，另知  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$  在  $200^\circ\text{C}$  時之蒸氣壓為  $506.5 \text{ kPa}$ ，試計算：

(一)開始有  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$  液體產生時的  $\text{C}_2\text{H}_6$  轉化率。(10 分)(二)在  $\text{C}_2\text{H}_6$  之轉化率達到 80% 時，氣相  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2(\text{g})$  之莫耳流率為若干？(10 分)

三、下表所示為乙烯、水及乙醇在  $298 \text{ K}$  下的標準生成吉布士能及焓 (The standard Gibbs energies and enthalpies of formation at  $298 \text{ K}$ )：

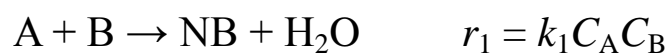
compound	$\Delta G_{f,298}^0$ (kcal/mol)	$\Delta H_{f,298}^0$ (kcal/mol)
$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	16.3	12.5
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-56.4	-57.8
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})$	-40.3	-56.2

試用此表估算反應  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  在  $423\text{K}$  時的平衡常數。(20 分)

(請接背面)

類 科：化學工程  
科 目：化學反應工程學

四、苯 (benzene, B) 及氯化苯 (Benzyl Chloride, C) 的混合物，在醋酸酐 (acetic anhydride) 溶液中可與硝酸 (nitric acid, A) 反應，生成硝基苯 (nitrobenzene, NB) 及硝基氯苄 (nitrobenzyl chloride, NC)，其反應式及速率式如下：

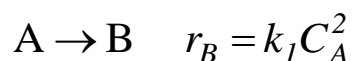


在 25°C 下長時間反應，待硝酸消耗完畢，所得的實驗數據如下表：

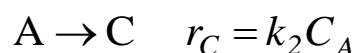
實驗 編號	HNO <sub>3</sub> 的初濃度 (kmol/m <sup>3</sup> )	NB 的終濃度 (kmol/m <sup>3</sup> )	NC 的終濃度 (kmol/m <sup>3</sup> )
1	0.228	0.172	0.056
2	0.315	0.235	0.080
3	0.343	0.257	0.086
4	0.411	0.307	0.104
5	0.508	0.376	0.132

已知 B 及 C 的初濃度皆為 1 kmol/m<sup>3</sup>，試依表中數據估算  $k_2/k_1$  的比值。(20分)

五、以下氣相反應於栓流反應器中進行：



其中  $k_1 = 0.624 \text{ dm}^3/\text{mol}\cdot\text{s}$ 。進料中只有 A 成分，其體積流率為 425 dm<sup>3</sup>/s、濃度為  $7.17 \times 10^{-2} \text{ mol}/\text{dm}^3$ 。副反應為：



其中  $k_2 = 0.01 \text{ s}^{-1}$ 。C 為污染物，需花費 \$0.33/mol 處理；B 為期望的產品，可賣得 \$1.32/mol。如果原料 A 的成本為 \$0.22/mol，試問可得最大利潤的反應器體積為何？(20分)