

109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。

(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)反應為 $A \rightarrow 2B$ 請給出：(1)A的化學計量數、(2)B的化學計量數。將純A放入密閉的容器中，該容器保持恆溫298 K；初始壓力為1 atm。在長時間確保達到平衡之後，對容器內混合物分析發現A的莫爾分率為25%。請計算(3)混合物中B的莫爾分率、(4)A的分解率、(5)最後容器壓力、(6)在298 K反應基於分壓的平衡常數。(10分)

(二)甲烷重組為一多重反應系統，有人寫出下列可能反應： $CO + 1/2O_2 \leftrightarrow CO_2$ 、 $H_2 + 1/2O_2 \leftrightarrow H_2O$ 、 $CH_4 + 2O_2 \leftrightarrow CO_2 + 2H_2O$ 、 $CH_4 + 3/2O_2 \leftrightarrow CO + 2H_2O$ 。(1)請問該等反應是否相互獨立？(2)請問在 CH_4 、 H_2 、 O_2 、 H_2O 、 CO 、 CO_2 等六個物質構成反應系統最多有多少獨立反應？(3)請為上述反應寫出一組多重獨立反應。(10分)

二、乙醛 (CH_3CHO) 的分解步驟可以拆解成： $CH_3CHO \xrightarrow{k_1} CH_3\cdot + CHO\cdot$ 、 $CH_3\cdot + CH_3CHO \xrightarrow{k_2} CH_3\cdot + CO + CH_4$ 、 $CHO\cdot + CH_3CHO \xrightarrow{k_3} CH_3\cdot + 2CO + H_2$ 、 $2CH_3\cdot \xrightarrow{k_4} C_2H_6$ 。請寫出：(1)中間體 $CHO\cdot$ 濃度隨時間的變化速率、(2)中間體 $CH_3\cdot$ 隨時間的變化速率。並利用中間體擬穩定狀態近似法 (pseudo-steady-state approximation for intermediates) 求出(3) $CHO\cdot$ 的濃度、(4) $CH_3\cdot$ 的濃度、(5) CH_3CHO 分解反應速率、(6) CH_4 的生產速率、(7) H_2 的生產速率、(8) CO 的生產速率、以及(9) C_2H_6 的生產速率。(10)當產物中 CH_4/C_2H_6 比例趨近0時， CH_3CHO 分解反應為幾階反應？(20分)

三、某氣體A在高溫下會進行二聚反應： $2A \rightarrow A_2$ 。實驗數據如下：起始時壓力為 $P = 1.29$ atm； $t = 1$ min， $P = 1.14$ atm； $t = 2$ min， $P = 1.04$ atm。請計算(1) $t = 1$ min時A的分解率、(2) $t = 1$ min時A的分壓 P_A 、(3) $t = 2$ min時A的分解率、(4) $t = 2$ min時A的分壓 P_A 、(5) $0 < t \leq 1$ min內 dP_A/dt 的平均值、(6) $0 < t \leq 1$ min內 P_A 的平均值、(7) $1 < t \leq 2$ min內 dP_A/dt 的平均值、(8) $1 < t \leq 2$ min內 P_A 的平均值。請問：(9)二聚反應的階數為何？(10)二聚反應是否基礎反應 (elementary reaction)？(20分)

四、今有反應 $A \rightarrow B$ ；在實驗室求得其反應速率為 $\dot{r} = -dC_A/dt = kC_A$ 。在一完全均勻連續攪拌反應器中；如果滯留時間 $\tau = V/\dot{Q}$ 為10分鐘時，轉化率為50%，請問：（每小題5分，共20分）

(一)一完全均勻連續攪拌反應器中，當滯留時間為20分鐘時，轉化率為多少？

(二)如果使用兩個串滯留時間為10分鐘串聯時，轉化率為多少？

(三)若改為一均勻攪拌批次反應器 (Batch reactor)，希望轉化率為90%，請問反應時間應該是多少？

(四)若改為一塞柱流反應器 (Plug flow reactor)，希望轉化率為90%，請問滯留時間應該是多少？

五、有強放熱反應 $A \rightarrow B$ ；在實驗室利用近似球體小型批次反應器，進行恆溫反應，在1小時內反應轉化率達90%，沒有太多副產物，效果非常好。現今要建立一個近似球體大型批次反應器，把生產量增加1,000倍；請問下列何者正確？何者錯誤？並說明之。(1)反應時間會增加1,000倍。(2)反應過程生產總熱量會增加1,000倍。(3)反應器換熱面積增加1,000倍。(4)反應初期單位時間需要移走的熱量比較大。(20分)