

110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）

考試時間：2 小時

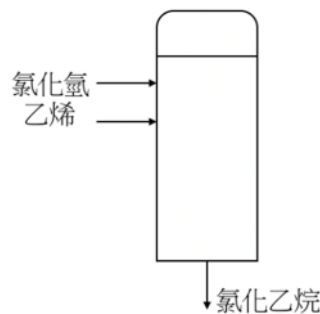
座號：_____

※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、一製造氯化乙烷 (C_2H_5Cl) 之程序，以乙烯與氯化氫為反應物，如下圖所示。(原子量：Cl：35.5, H：1, C：12)



乙烯之進料流量為 4000 kg/h，反應器唯一之出料為液化之氯化乙烷。在穩定狀態下：

(一)請寫出反應方程式。(4 分)

(二)氯化氫進料之莫耳流量及重量流量。(8 分)

(三)氯化乙烷之莫耳流量及重量流量。(8 分)

二、一體積為 2 m^3 之連續攪拌反應槽 (CSTR)，進料為 1200 kg/h 之反應物 A，其濃度為 8 kg-mol/m^3 ，溫度為 20°C 。反應式為



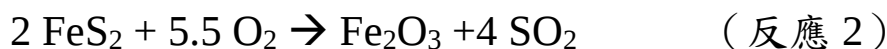
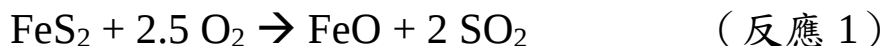
反應器出口之 A 濃度為 3.6 kg-mol/m^3 溫度為 60°C 。此反應為放熱反應，反應熱為 $-17000\text{ kcal/kg-mol A}$ 。反應物及產物之比熱均為 $0.75\text{ kcal/kg }^\circ\text{C}$ ，其比重均為 800 kg/m^3 。(每小題 10 分，共 30 分)

(一)在穩定狀態下，從此一反應器每小時需移除的熱量 (kcal/h) 為多少？

(二)反應器之夾套冷卻器 (cooling jacket)，有 20°C 冷卻水進入。此冷卻水離開夾套冷卻器之溫度為 45°C 。請問冷卻水之流量 (kg/h) 為多少？(水之比熱為 $1\text{ kcal/kg }^\circ\text{C}$)

(三)夾套冷卻器之熱傳面積為 4 m^2 ，冷卻水與反應器內物質之平均溫度差 (ΔT_{LM}) 可視為 25°C 。求此一冷卻裝置之總和熱傳係數 ($\text{kcal/m}^2\text{-}^\circ\text{C-h}$)。

三、一硫酸生產製程，以黃鐵礦（pyrite，主要成分為 FeS_2 ）為原料。反應式如下：（每小題 10 分，共 20 分）

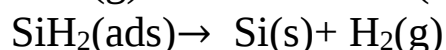
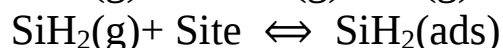


此二反應同時進行，均以空氣（ N_2 79 mol%， O_2 21 mol%）燃燒黃鐵礦。燃燒後之氣體（flue gases）之組成分析顯示，

SO_2 : 10.2 mol%， O_2 : 7.8 mol%， N_2 82.0 mol%

- (一)反應 1 與反應 2 進行的比例（以 FeS_2 在此兩反應中被消耗的量來比）
- (二)相對於黃鐵礦而言，空氣之過量比（excess）是多少？

四、化學氣相沈積法常被用在電子工業中形成薄膜。常見的一個化學氣相沈積的反應是以矽甲烷（ SiH_4 ）形成多晶矽薄膜，其反應之機制如下：



其中(g)表示氣相，ads 表示吸附相，s 表示固相。雙箭頭表示達到平衡。根據實驗觀察，此一反應會受到氫氣的抑制。在 SiH_4 濃度高時，反應對於 SiH_4 而言，為零級反應（zero order），而當 SiH_4 濃度低時，反應對於 SiH_4 而言，為一級（first order）反應。

- (一)請將此反應機制，按照基本反應（elementary reaction）推導出反應速率以符合實驗之觀察。（20 分）
- (二)請描述此一程序中需注意的工安與環保問題，及其處理方式。（10 分）