

# 108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、一鋼鐵工廠產生標準狀態下  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  含 20%  $\text{CO}_2$  之廢氣（標準狀態下一莫耳氣體之體積為  $0.0224 \text{ m}^3$ ）。若須移去此廢氣中 90% 之  $\text{CO}_2$ ：

(一)此一廢氣若以 1N NaOH 溶液吸收，請寫出化學反應式。（5 分）

(二)計算前項所用之 1N NaOH 之消耗量，請以公斤/每年為單位作答。（10 分）

(三)此一廢氣若以氧化鈣溶液吸收，其中之  $\text{CO}_2$  完全反應成碳酸鈣（ $\text{CaCO}_3$ ），計算碳酸鈣之產量，請以公斤/每年為單位作答。（註：鈣之分子量為 40。）（5 分）

(四)請敘述化工製程減少排放二氧化碳的意義，並試舉例說明三種減排做法。（5 分）

二、一蒸汽鍋爐以丙烷及 10% 過量空氣燃燒來加熱，進料氣體皆處於  $25^\circ\text{C}$ 。

丙烷 + 氧  $\rightarrow$  二氧化碳 + 水，  $\Delta H_{298}^\circ = -534 \text{ kcal/g-mol}$  丙烷

假設丙烷完全反應：

(一)求出口氣體組成。（5 分）

(二)求理論上最高可達到之絕熱火焰溫度。（10 分）

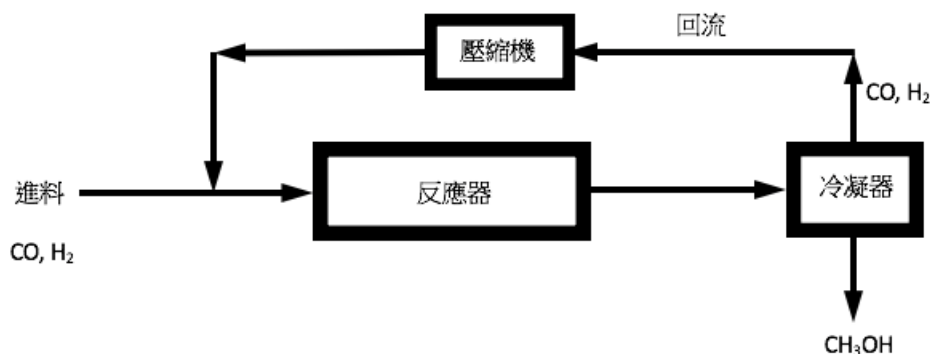
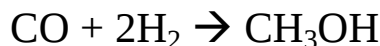
(三)若蒸汽加熱之熱量需求為  $1 \times 10^6 \text{ kcal/s}$ ，求丙烷之用量，以 (kg/s) 為單位作答。假設鍋爐內氣體之丙烷完全消耗，氣體溫度為 500 K。（10 分）

相關氣體之莫耳熱容量（ $C_p$ ）估算方法如下：

$C_p = A + B T$ ，此式中  $T$  以 (K) 為單位， $C_p$  的單位是  $\text{cal}/(\text{g-mol})(\text{K})$

| 化學成分名稱               | A     | B                     |
|----------------------|-------|-----------------------|
| $\text{O}_2$         | 7.16  | $1.00 \times 10^{-3}$ |
| $\text{N}_2$         | 6.83  | $0.90 \times 10^{-3}$ |
| $\text{H}_2\text{O}$ | 7.30  | $2.46 \times 10^{-3}$ |
| $\text{CO}_2$        | 10.57 | $2.10 \times 10^{-3}$ |

三、一個從合成氣製備甲醇的程序，其反應式如下：



反應器之轉化率 (conversion) 為 15%。未反應之反應物在與產物甲醇分離後，回流反應器，如上圖所示。進料中一氧化碳與氫氣之莫耳比為 1：2。若甲醇之產量為 5000 公升/小時，甲醇之比重為 0.78。

- (一) 計算進料及回流的莫耳流速，答案請以 (kg-mol/h) 為單位。(18 分)
- (二) 若進料中，氫氣過量，例如一氧化碳與氫氣之莫耳比為 1：2.2，上圖中的回流還可以維持程序之穩定操作嗎？為什麼？(2 分)
- (三) 進料中一氧化碳與氫氣之莫耳比為 1：2，但含有 0.1 % mol 之  $\text{CO}_2$ ，若欲維持反應器內  $\text{CO}_2$  濃度在 1% mol，請問排放 (purge) / 回流 (recycle) 之莫耳流量比為何？(5 分)

四、工業安全及污染防治是化工程序重要的考量點。請就以下相關事項作答：(每小題 5 分，共 25 分)

- (一) 解釋化學物質之閃點 (flash point) 與自燃溫度 (autoignition temperature)。
- (二) 解釋爆燃 (deflagration) 與爆炸 (detonation)。
- (三) 解釋並說明燃燒塔之作用及其裝置。
- (四) 氮氧化物是空氣污染的重要源頭，請說明化工程序中，如何減少氮氧化物之生成，及如何減少其排放。
- (五) 可燃液體洩漏會造成危害。請比較說明：(1) 儲存於正常沸點之上的可燃液體，(2) 儲存於正常沸點之下的液體，造成危害的情形。