

112年專門職業及技術人員高等考試建築師、  
25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）  
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：程序控制  
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、液體通過控制閥的流量為每分鐘 450 加侖 (gpm)。在此流量下，管線中的摩擦壓降為每平方英寸 15 磅 (psi)。閥門和管線的總壓降為每平方英寸 20 磅 (psi)，不受流量影響，且液體的比重為  $G_f = 0.85$ 。

$$\Delta p_L = k_l G_f f^2 \quad (\text{pipe line friction loss})$$

$$f = C_v A_p \sqrt{\frac{\Delta p_v}{G_f}} \quad (\text{valve characteristic equation})$$

$$f = \frac{C_v}{\sqrt{1 + k_l C_v^2}} \sqrt{\frac{\Delta p_0}{G_f}}$$

(一)設定為 100% 的過量容量下的閥門尺寸 ( $A_p = 0.5$ )。(7 分)

(二)計算當閥門全開時的流量。(6 分)

(三)獲取閥門的可調範圍能力。(7 分)

二、請推導以下使用零階保持 (zero-order hold) 和取樣時間為 1 的物件之脈衝傳遞函數 (pulse transfer function)。

$$(一) \frac{3.8}{(10s+1)(5s+1)} e^{-2s} \quad (6 \text{ 分})$$

$$(二) \frac{s+3}{(2s+1)(8s+1)} \quad (6 \text{ 分})$$

$$(三) \frac{2}{5s+1} e^{-3s} \quad (6 \text{ 分})$$

三、考慮下列傳遞方程式的過程：

$$G(s)H(s) = \frac{4.0}{(s + 1)(0.8s + 1)(0.2s + 1)}$$

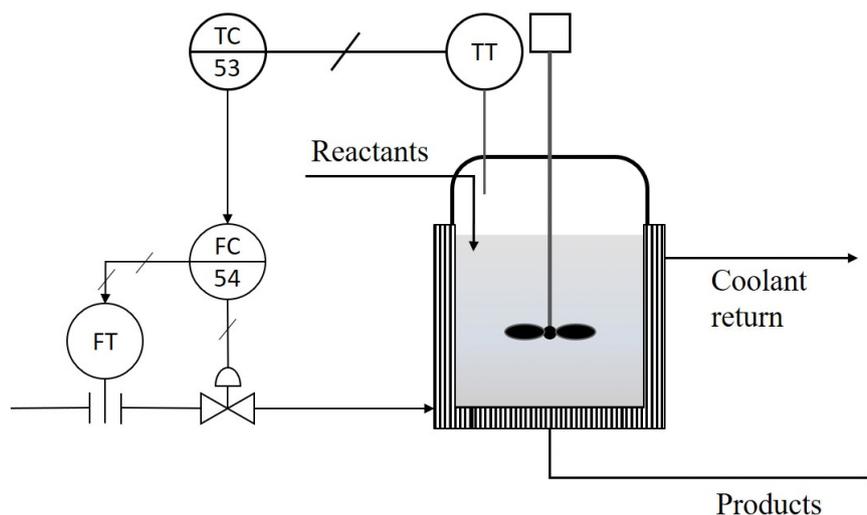
如果比例積分控制器 (PI controller) 使用齊格勒-尼科爾斯方法 (Ziegler-Nichols method) 進行設定，請分別計算會得到多少增益邊限 (gain margin) 和相位邊限 (phase margin)。(12 分)

$$K_{Cv} = 3.37 \quad ; \quad W_v = 3.53 \text{ rad/t} \quad ; \quad \tau_v = 1.78 \text{ time}$$

四、反應器溫度控制器級聯 (cascade) 到冷卻劑流量控制器如圖一所示。控制閥為線性且具有恆定的壓降並將最大流量調整為 500 gpm，其時間常數為 0.2 分鐘。流量傳感器 (FT) 的範圍為 0 到 500 gpm，幾乎沒有時間常數。流量控制器 (FC) 為比例積分控制器，增益為 1.0 %CO/%TO，積分時間設定等於閥門的時間常數。反應器溫度對冷卻劑流量的傳遞函數為一階，其增益為  $-2^\circ\text{F/gpm}$ ，時間常數為 5.0 分鐘。溫度傳感器 (TT) 的範圍為 160 到 200  $^\circ\text{F}$ ，時間常數為 0.5 分鐘。

(一)繪製級聯控制回路的方塊圖 (block diagram)，並標註每個設備的傳遞函數。需特別注意閥門故障位置以及流量和溫度控制器的作用 (正向或反向)，並為傳遞函數標註適當的符號。(18 分)

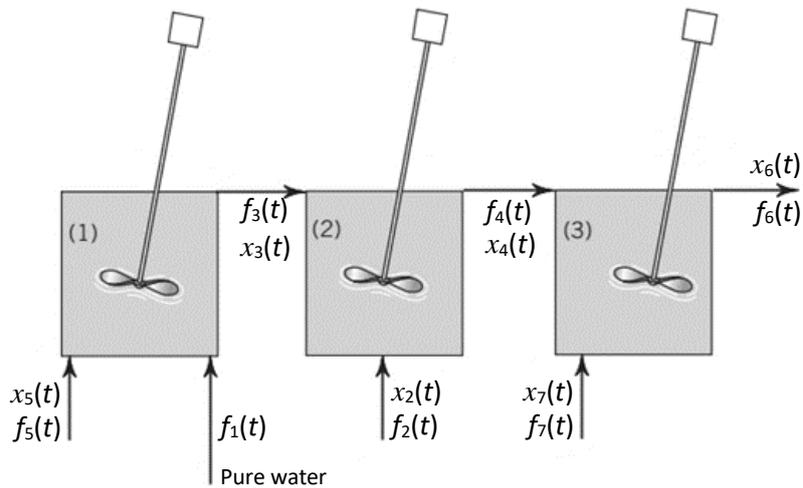
(二)計算臨界增益 (ultimate gain) 和溫度控制迴路週期。(12 分)



圖一

五、多個流的混合過程如圖二所示。其中流 1 是純水，流 2、5 和 7 是水和成分 A 的溶液。每個流的穩態 (steady-state) 值在表中可見。請決定下列的傳遞函數 (transfer function)，並提供每個項目之數值。(20 分)

$$\frac{X_6(s)}{X_5(s)}, \frac{X_6(s)}{X_2(s)} \text{ \& } \frac{X_6(s)}{F_1(s)}$$



圖二

- 儲存槽容積： $V_1 = V_2 = V_3 = 7000 \text{ gal}$
- 所有流的密度可以被認為是相似且恆定的。
- 穩態值如下表：

Stream	Flow, gpm	Mass fraction
1	1900	0.000
2	1000	0.990
3	2400	0.167
4	3400	0.409
5	500	0.800
6	3900	0.472
7	500	0.900