

# 經濟部所屬事業機構 110 年新進職員甄試試題

類別：化工製程

節次：第三節

科目：1. 單元操作 2. 輸送現象

注意事項

1. 本試題共 3 頁(A3 紙 1 張)。
2. 可使用本甄試簡章規定之電子計算器。
3. 本試題分 6 大題，每題配分於題目後標明，共 100 分。須用黑色或藍色原子筆或鋼筆在答案卷指定範圍內作答，不提供額外之答案卷，作答時須詳列解答過程，於本試題或其他紙張作答者不予計分。
4. 本試題採雙面印刷，請注意正、背面試題。
5. 考試結束前離場者，試題須隨答案卷繳回，俟本節考試結束後，始得至原試場或適當處所索取。
6. 考試時間：120 分鐘。

一、40 psia 之飽和蒸汽，溫度 268 °F，潛熱( $\lambda$ ) = 933.2 Btu/lb，以流速 5 ft/s 流經內徑(I.D.) 2.067 吋、外徑(O.D.) 2.375 吋之鋼管( $k = 26 \text{ Btu/h}\cdot\text{ft}\cdot\text{°F}$ )，其管內流動之薄膜傳熱係數為  $1000 \text{ Btu/h}\cdot\text{ft}^2\cdot\text{°F}$ 。管外空氣溫度為 80 °F，薄膜傳熱係數為  $5 \text{ Btu/h}\cdot\text{ft}^2\cdot\text{°F}$ 。試求每 10 ft 管長每小時凝結之水量為多少？(10 分)

二、欲設計逆流式活性碳吸附塔，將水中管制物質 P 之濃度自 100 ppm 降至 10 ppm。在入口活性碳中不含 P，且平衡關係式可表示為  $y = 0.05 x$ ， $y$ 、 $x$  分別代表 P 在水溶液及活性碳中之質量分率，請回答下列問題：(3 題，每題 10 分，共 30 分)

(一)若入口活性碳質量流率為最小流率的 2 倍，則出口活性碳中 P 之濃度為多少？

(二)若水相及活性碳相之傳送單位高度(height of transfer unit)分別為 0.5 m 及 0.2 m，則基於水相定義之總傳送單位高度為多少？

(三)在上述條件下，塔高為多少？

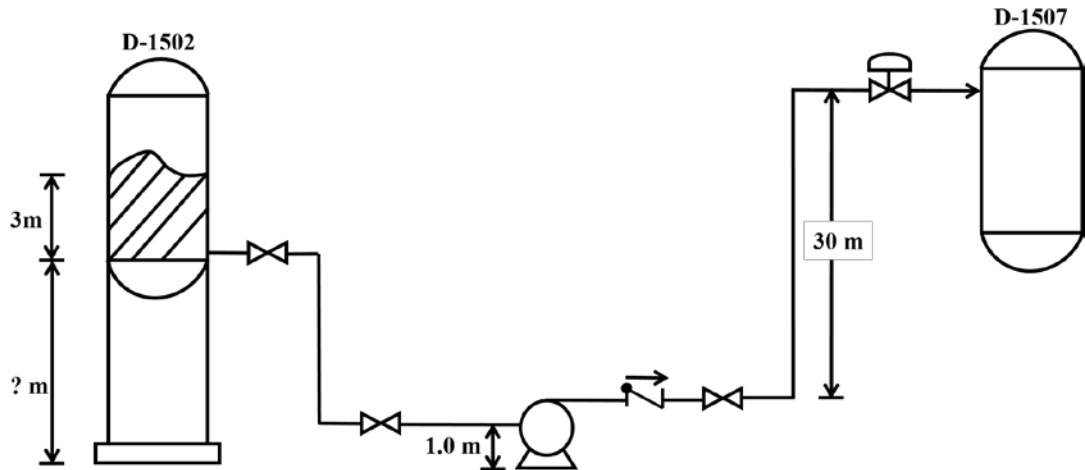
三、請簡述下列問題：(共 2 題，共 10 分)

(一)請解釋何謂全冷凝器及部分冷凝器？(4 分)

(二)假設有一座丙烯蒸餾塔，參考下表附屬設備 E-1451 再沸器與 E-1452A/B/C 塔頂冷凝器之設計資料，請判斷塔頂三座冷凝器為全冷凝器或部分冷凝器，並解釋之。(6 分)

	Propylene Fractionator Reboiler(E-1451)	Propylene Fractionator Condenser(E-1452A/B/C)
Design Duty (MMkcal/hr)	13.49×1.1	47.64×1.1
Design Pressure Shell (kg/cm <sup>2</sup> · g)	23.9	21.8
Design Temperature Shell (°C)	80	80
Design Pressure Tube (kg/cm <sup>2</sup> · g)	20	8
Design Temperature Tube (°C)	115	80
Type of Exchanger	AJM	AEL

四、NPSH (Net Positive Suction Head)可判斷是否會產生空蝕泵現象之方式，若低溫工場 D-1502(丙烯冷媒壓縮機二級進口分液罐)與 D-1507(液態丙烯積液槽)之間需新增一座泵，已知流體的物性與操作條件如【圖 1】：丙烯密度  $36.4 \text{ (lbm)/ft}^3$ 、丙烯蒸氣壓與 D-1502 之操作壓力皆為  $19.1 \text{ psig}$ ，D-1507 之操作壓力為  $5.83 \text{ psig}$ ，請計算並回答下列問題(請以 ft 計算至小數點後第 2 位，以下四捨五入)：(2 題，每題 10 分，共 20 分)



【圖 1】

- (一)若工程師希望將 NPSH 計算值控制在  $5 \text{ m}$ ，且 D-1502 最低液位需控制在  $3 \text{ m}$ ，泵吸入端管嘴高於地面約  $1.0 \text{ m}$ ，且泵吸入端之管線與閥件的摩擦損耗為  $2.0 \text{ (lbf}\cdot\text{ft)/lbm}$ ，請計算出 D-1502 之水泥基座高度為多少？
- (二)新增泵出口管線與閥件之摩擦損耗為  $8.0 \text{ (lbf}\cdot\text{ft)/lbm}$ ，泵出口管嘴至 D-1507 之高度差為  $30 \text{ m}$ ，請計算泵的總揚程(Total Head)。

五、石化工業控制系統中最常見之控制閥為最終控制元件，請回答下列問題：(共 3 題，共 15 分)

- (一)請描繪控制閥的流量與開度之特徵曲線，並針對等百分比閥(EQ%)、線性閥(Linear)及速啟閥(On-off)予以標示，另請簡要說明為何速啟閥(On-off)在低開度下 30% 時，流量會接近 60~70% 之開度(請於繪圖結果標示並簡要說明)。(3 分)
- (二)裂解工場稀釋蒸汽系統中有一中壓蒸汽控制閥為等百分比閥(EQ%)，從設計資料得知控制閥上游來源為中壓過熱蒸汽(Medium Steam, MS)，其入口壓力為  $18 \text{ kg/cm}^2\cdot\text{g}$ 、 $310^\circ\text{C}$ ，此控制閥全開下最大流量可達  $95 \text{ ton/hr}$ ，正常操作量為  $74 \text{ ton/hr}$ ，希望經過此控制閥減壓  $1.0 \text{ kg/cm}^2\cdot\text{g}$ ，控制閥下游端壓力為  $17 \text{ kg/cm}^2\cdot\text{g}$ 、 $295^\circ\text{C}$  供給下游之換熱器作熱交換使用，但值班工程師發現此控制閥開度經常維持在 35% 下之低開度，現場控制閥下游端之溫度顯示  $270^\circ\text{C}$ ，又得知當等百分比閥(EQ%)在 20~80% 開度流量會接近線性閥(Linear)，請簡要說明此控制閥會產生何種現象？應如何解決？(3 分)

(三)供水工場冷卻水上游壓力為  $5 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{g}$ ，希望經過此控制閥減壓  $1.0 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{g}$  供給下游端蒸餾塔冷卻器使用，已知冷卻水流量為  $1712 \text{ ton/hr}$ ，水的比重為  $1.0$ 。（共 9 分）

(1)假設控制閥開度在全開下，請問此控制閥的  $C_v$  值為多少？並請查閱下表 M 品牌型錄，對照出適合的閥體尺吋(已知控制閥的設計方程式為  $\dot{Q} = C_v \cdot f(x) \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$ ，stem position,  $x$  為閥開度  $f(x)$ ， $\dot{Q}$  為冷卻水流量， $\rho$  為流體比重， $\Delta P$  為控制閥上下游端的差壓)。（7 分）

M品牌 Control Valve Types		
Valve Size	$C_v$ (Full open)	Model
16	2560	Series 10000
14	2000	Series 10000
12	1620	Series 10000
10	1000	Series 20000
8	750	Group 45
6	450	Series 20000

(2)假設有一管線為 16 吋，但已採購之控制閥尺吋比該管線尺吋小時，配管人員應如何解決(假設流速在可允許的狀態，且控制閥已經採購不可更換)？（2 分）

六、有一逆流式 1-1 殼管式換熱器在管側的質量流率為  $8 \text{ kg/sec}$ ，從  $25^\circ\text{C}$  將水加熱至  $40^\circ\text{C}$ ，熱水在殼側的質量流率為  $4 \text{ kg/sec}$ ，入口溫度為  $90^\circ\text{C}$ ，總包熱傳係數基於內管基準的  $U_i = 1500 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$ ，假設溫度修正係數  $F_T = 0.8$ ，管子之內徑為  $2 \text{ cm}$ ，此換熱器為單程(one pass)，水之平均流速限制為  $1.0 \text{ m/sec}$  以下；允許之管長限制為  $5.0 \text{ m}$ ，假設水之熱容量及密度均視為常數。請回答下列問題(計算至小數點後第 3 位，以下四捨五入)：（共 2 題，共 15 分）

(一)求管長及每程有幾根管子(請先確認溫度修正係數是否需考慮再行作答)？（10 分）

(二)請使用泛寧壓降公式(Fanning Equation,  $\Delta P = 4f_F \frac{L \rho(u)^2}{D 2g_c}$ )，計算出換熱器管側壓降(層流  $\text{Re} < 2100$ ,  $f_F = 16/\text{Re}$ ；亂流  $\text{Re} > 4000$ ,  $f_F = 0.046\text{Re}^{-0.2}$ )。（5 分）