

經濟部所屬事業機構 100 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 4 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 10 大題，每題 10 分，共 100 分。須用藍、黑色鋼筆或原子筆在答案卷指定範圍內作答，計算題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，俟該節考試結束後，始得至原試場索取。
6. 考試時間：120 分鐘

一、選購泵浦時，當選定流量 Q 及管徑後，必須分別計算出口及進口揚程 (Head)，從而計算出 ΔH & HHP (Hydraulic Horse Power) & BHP (Brake Horse Power)：

(一)請以計算式簡要說明 ΔH 的計算考量。(4 分)

(二)請以計算式簡要說明 NPSH (Net Positive Suction Head)，比較 $NPSH_A$ 與 $NPSH_R$ 的關係。(3 分)

(三)請以計算式簡要說明 HHP 的計算，並說明 BHP 與 HHP 的關係。(3 分)

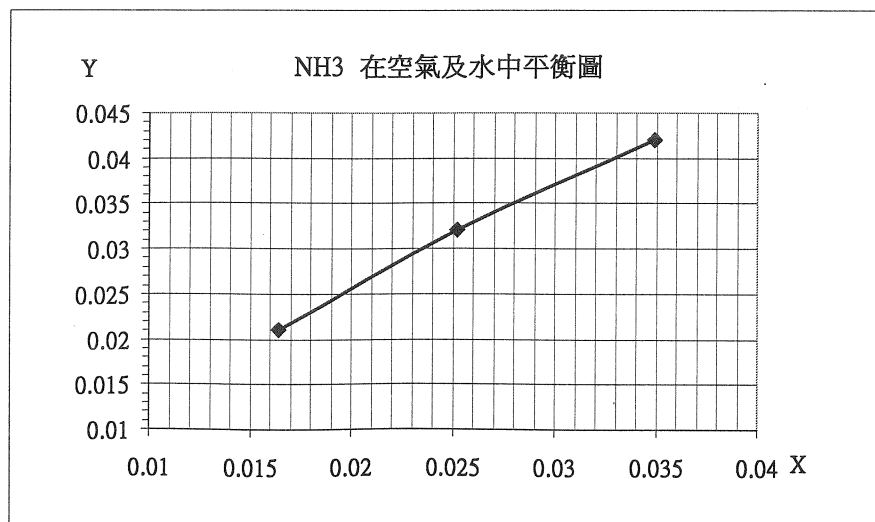
二、原油 2,000 lb/hr 流經雙套管換熱器之內管 (從 90°F 被加熱到 200°F)，熱源是煤油 (流經外圍環狀管，溫度為 450°F)，假設 Temperature Approach (Minimum temperature Difference) 為 20°F，請分別以 (a) 順向流 (cocurrent) (b) 逆向流 (countercurrent) 流向方式，分別計算出需要熱傳面積，及需要煤油流量為何？請比較其差異。(10 分)

已知：1. Overall Coefficient $U_0 = 80 \text{ BTU}/(\text{hr})(\text{ft}^2)(^\circ\text{F})$ ，

2. 原油及煤油之比熱分別為 0.56 & 0.60 BTU/(lb)(°F)

三、在一常壓逆流式接觸填充塔中，以水進行空氣中含氨 (Ammonia) 吸收，水溫及空氣溫度均為 68°F 且恆溫操作。新鮮水不含氨，流量為 75 lb_m/hr。空氣流量 1540 ft³/hr，若空氣中氨濃度由 3.52 vol%，降低到出口濃度 1.29 vol%。

參考平衡數據：其中 X (lb mole NH₃/lb mole 水)， Y (lb mole NH₃/lb mole 空氣)：



其中(1) L_s : 純液相流體 (不含氮) 之莫耳/hr/A, A 為截面積

(2) G_s : 純氣相流體 (不含氮) 之莫耳/hr/A

(3) 氣相流請用理想氣體計算,

$$\text{氣體常數 } R = 0.73 \text{ (ft}^3 \text{ atm/lb mole /}^\circ\text{R)} \text{ and } ^\circ\text{R} = ^\circ\text{F} + 460$$

請 (一) 計算 $(L_s/G_s)_{\text{actual}}$ 及 $(L_s/G_s)_{\text{minimum}}$ 比值。 (7分)

(二) 請簡圖說明 actual 和 minimum Y_A vs. X_A 操作線。 (3分)

四、旋風分離器 (cyclone) 在現代化工和環境工程設備等扮演重要角色。

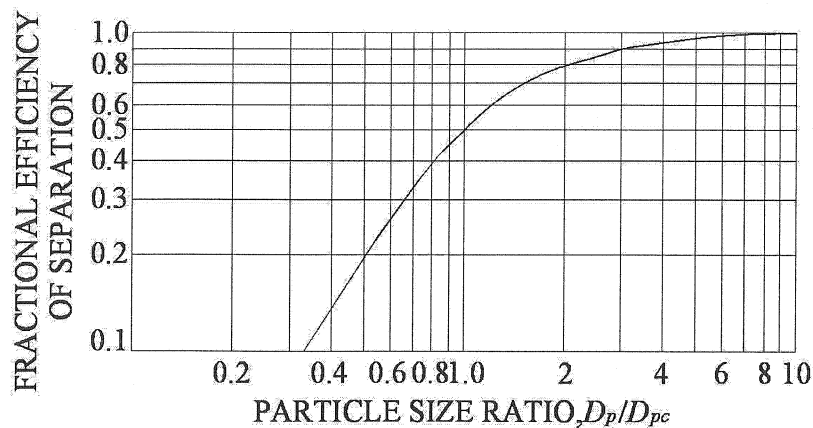
1. 依據 Stokes's law range

$$u_t = [a_e * D_p^2 * (\rho_p - \rho)] / (18 * \mu)$$

$$\text{且 } a_e = \omega^2 r$$

2. 定義: 分離粒徑 (cut diameter, D_{pc}) 為有 50% 之粒子被旋風分離器收集, 而另 50% 隨氣體帶出。

3. 旋風分離器效率 vs. 粒徑圖



Efficiency VS. particle-size ratio for cyclones.

(一) 請繪 Cyclone 簡圖及略述旋風分離器之基本原理及如何增加分離效率? (6分)

(二) 參考旋風分離器效率 vs. 粒徑圖, 有一旋風分離器其 $D_{pc} = 5 \mu\text{m}$

請問粒徑 $10 \mu\text{m}$ 及 $3 \mu\text{m}$ 之分離效率各為多少? (4分)

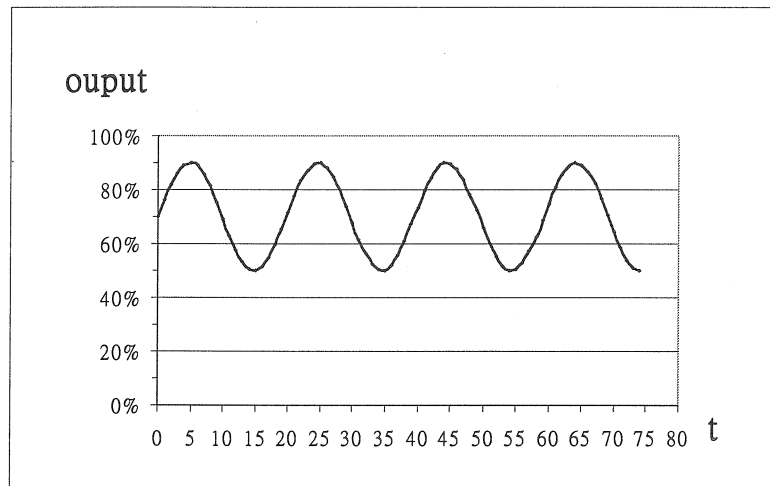
五、請說明下述程序控制題項：

- (一)請簡述控制迴路控制模式中手動、自動及串級控制之差異及使用時機。(4分)
- (二)請說明 Ziegler – Nichols 控制器調諧 (tuning) 或設定 (controller setting) 方法的程序步驟。(3分)
- (三)使用 Ziegler – Nichols 法調諧，且週期 $P_u = 2\pi/\omega$ 。(3分)

Ziegler – Nichols 法調諧參考設定資料如下表：

Type of control	K_c	τ_i	τ_d
Proportional (P)	$0.5 K_u$		
Proportional – integral (PI)	$0.45 K_u$	$P_u/1.2$	
Proportional – integral- derivative (PID)	$0.6 K_u$	$P_u/2$	$P_u/8$

假設 Ziegler – Nichols 法調諧 $K_u = 4$ ，得到下圖應答。



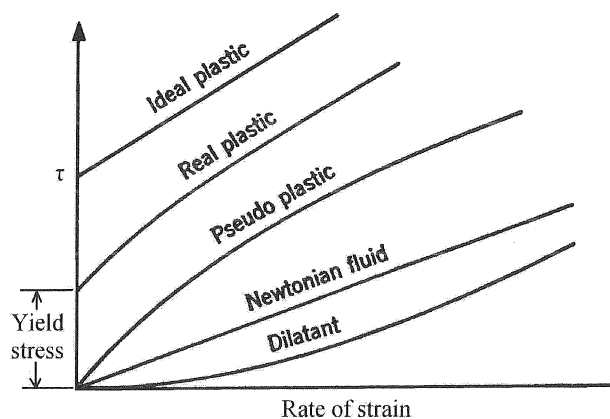
依一般控制特性，請問下列控制器之選用 PID 模式及參數設定值為何？

- (1)液位控制器 (LC)
- (2)流量控制 (FC)
- (3)溫度控制 (TC)

六、一個鹽水調製 CSTR 攪拌槽，最初槽內有 100 Kg 的純水，鹽 (NaCl) 進料以 20 Kg/hr 加入，稀釋水以 160 Kg/hr 加入，混合液以 120 Kg/hr 固定量流出。

- 試算(一) 1 小時後之混合液流出鹽質量分率。(8分)
- (二)趨近穩定態 (steady state) 之混合液流出鹽質量分率。(2分)

七、動量傳送、黏度之流動學 (rheology) 原理： $\tau = \tau_0 + \mu (du/dy)^n$



Stress rate-of-strain relation for newtonian and non-newtonian fluids.

請依上圖試以動量傳送、黏度之流動學 (rheology) 原理，討論各流體之剪應力 (shear stress) 和速度梯度 (或剪速率 rate of strain) 之關係特性。(各 2 分共 10 分)

八、空氣流經一條含有 Naphthalene 的管子 (ID= 1 in、長度 6 ft)，空氣溫度為 50°F，平均壓力為 1 atm，Bulk Velocities 為 2 ft/sec，假設沿著管子之壓力改變可以忽略，並且 Naphthalene 表面溫度為 50°F，請問出口空氣的被飽和百分比及 Naphthalene 昇華量 (lb/hr) 分別為何？(10 分)

已知：1. 空氣於 50°F、1atm： $\rho=0.078 \text{ lb/ft}^3$, $\mu=1.20 \times 10^{-5} \text{ lb/(ft)(sec)}$

2. Naphthalene 於 50°F：蒸氣壓= 0.0209 mmHg，分子量= 128.2

Molecular diffusion in air (D_{AB}) = 0.200 ft²/hr

3. 假設 $[(\rho_{Ab}-\rho_{A0})/(\rho_{As}-\rho_{A0})] = 5.5 * [w/(\rho * D_{AB} * x)]^{-0.74}$

九、苯與甲苯混合物在 80°C 存在一個氣液平衡，在氣相裡含有 65 mole% 苯與 35 mole% 的甲苯，請問：(一)系統的總壓力是多少？(二)液相之組成為何？(10 分)

1. 假設液體為 Ideal solution，氣體接近 Ideal gas。

2. 苯與甲苯在 80°C 的蒸氣壓分別為 756 mmHg & 287 mmHg。

十、在一個換熱器，水以 Bulk velocity = 7 ft/sec 流經一條長的銅管 (內徑= 0.87in)，管外被約 300°F 蒸汽冷凝液加熱，水以 60°F 進入，以 140°F 離開，請分別以 (a) Dittus and Boelter 方程式 (b) Sieder and Tate 方程式，計算水的 heat-transfer coefficient (BTU/(hr)(ft²)(°F) 分別為何？請分別說明其適用條件。(10 分)

已知：1. 水在 100°F 時之物性為： $\rho = 62.0 \text{ lb/ft}^3$, $C_p = 0.998 \text{ BTU/(lb)(°F)}$

2. $\mu = 0.000458 \text{ lb/(ft)(sec)}$, $k = 0.364 \text{ BTU/(hr)(ft)(°F)}$

3. $h * D / k = 0.023 * (Re)^{0.8} * (Pr)^b * (\mu / \mu_s)^{0.14}$, $\mu_s = 0.000205 \text{ lb/(ft)(sec)} @ 200^\circ\text{F}$

$h * D / k = 0.023 * (Re)^{0.8} * (Pr)^c$

4. 以上兩方程式 b & c 數值不同，請先確認何者為 Dittus and Boelter 方程式！