

經濟部所屬事業機構 102 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 6 大題，每題配分於題目後標明，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，不提供額外之答案卷，作答時須論述或詳列解答過程，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、水池中 20°C 之水，擬以泵送至離水面 15 m 高之水槽，假如管內徑為 0.0529 m，平均流速為 3.0 m/s，總相當管長為 45 m 時，試繪出系統簡圖、計算所需理論功率為多少馬力(HP)？(已知 Friction factor $f = 0.0050$) (15 分)

二、有一溫度計具一次程序之特性，其時間常數(Time constant) 為 1 min。置於 100°F 之大水浴槽(Bath)中，當此溫度計達到穩態後，在 $t = 0$ 時將之置於 110°F 之 Bath 中 1 min。之後又放回 100°F 之 Bath，請寫出此溫度計讀數與時間的關係式並繪出關係圖。(15 分)

三、有一重油轉化工場旋風分離器(Cyclone)之設計條件：

(一)進口條件：觸媒顆粒流量 42.6 kg/s ，觸媒顆粒密度(ρ_p) 1362 kg/m^3 ，進口氣體流量 $5.66 \text{ m}^3/\text{s}$ ，氣體黏度(μ_g) $1.88 \times 10^{-5} \text{ kg/(m} \cdot \text{s)}$ ，氣相密度(ρ_g) 2.72 kg/m^3 ，觸媒顆粒在 Cyclone 進口氣相中之負荷>Loading of Solids in Inlet Gas)為 7.53 kg/m^3 ；

(二)觸媒顆粒粒徑分佈：

<u>重量分率 χ_i</u>	<u>粒徑 d_{pi}, m</u>
0.002	9×10^{-6}
0.018	12×10^{-6}
0.08	20×10^{-6}
0.2	32×10^{-6}
0.2	50×10^{-6}
0.2	73×10^{-6}
0.3	130×10^{-6}

(三)旋風分離器尺寸如【圖 1】：(Inlet 為箱形，Outlet 為圓柱形)

請利用【圖 2】、【圖 3】及【圖 4】，查圖並計算：

(1)若有粒徑 $D_{p,th}$ 之觸媒顆粒進入 Cyclone 後有 50 % 回收、另 50 % 逸散，

求 $D_{p,th}$ 粒徑。(5 分)

$$D_{p,th} = \sqrt{9\mu_g L_w / (\pi N_s V (\rho_p - \rho_g))}$$

(2)整體 Cyclone 觸媒顆粒收集效率。(10 分)

(3)每日損失多少噸觸媒(Catalyst loss)。(5 分)

圖 1 CYCLONE DIMENSIONS

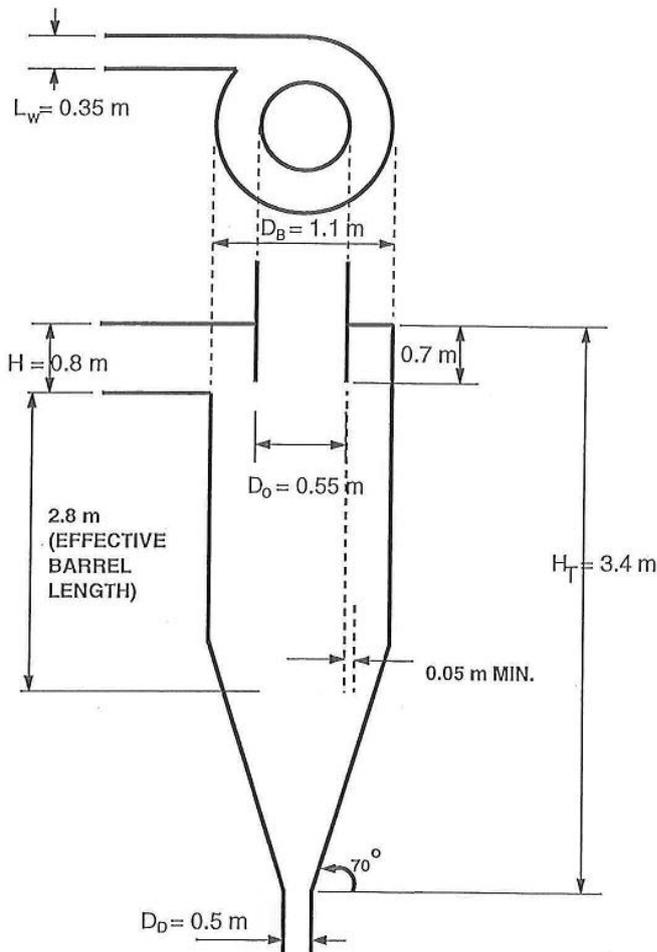
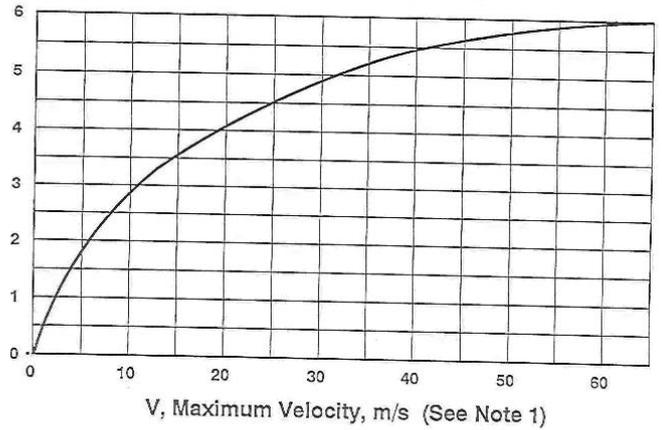


圖 2 Effective Number of Spiral Paths Taken By the Gas Within the Body of a Cyclone



For Maximum Velocity, Use Greater of Inlet or Outlet Velocity

圖 3 , where N_s and V must be based on the higher of the inlet or outlet gas velocity

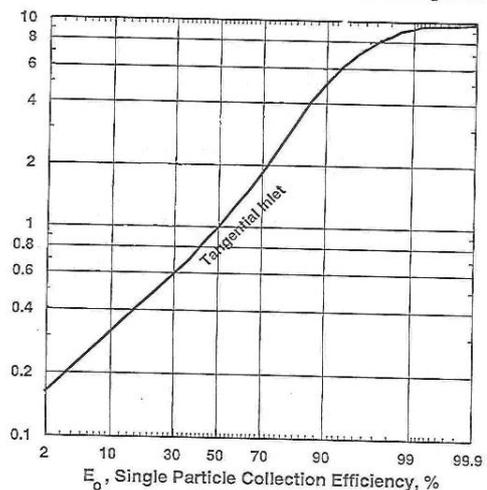
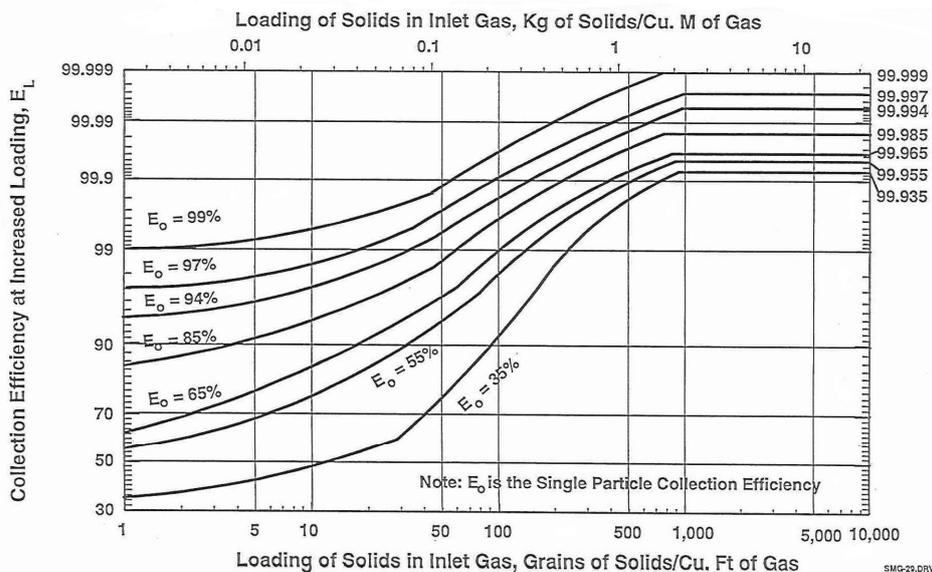


圖 4



四、請簡答下列各題：（每小題 3 分，共 15 分）

(一)請繪製簡圖並說明皮托管(Pitot tube)測量管線內流體流速之原理。

(二)何謂 NPSH (Net Positive Suction Head)？請說明其影響與重要性。

(三) Hagen-Poiseuille ($-\frac{dp}{dz} = \frac{8\mu V_{avg}}{R^2}$) 是否可被應用於描述牛頓流體(Newtonian fluid)於水平同心管中之層狀流動(Laminar flow)？請說明理由。

(四)請將下列流體 CO₂(20°C, 1 atm)、CO₂(100°C, 1 atm)、H₂O(10°C, 1 atm)、H₂O(80°C, 1 atm)依黏度大小排序，並說明排序理由。

(五)某鋼球在某牛頓液體中的終端速度 (Terminal velocity) 為 2 m/s，如果鋼球直徑變為 2 倍，且其他條件不變，則其終端速度為多少？假設為 Creeping flow。

五、在平衡級操作中，常用 Kremser 方程式(如【表 1】)來計算板數(N)：

$$N = \frac{\ln \left[\frac{x_a - x_a^*}{x_b - x_b^*} \right]}{\ln \left[\frac{x_a - x_b}{x_a^* - x_b^*} \right]}$$

若 x 、 y 分別是某一成分(A)在液、氣相中的莫耳分率， x_a 、 x_b 分別代表成分 A 在進口及出口處之液相莫耳分率， x_a^* 、 x_b^* 分別代表成

【表 1】

分 A 在進口及出口處與氣相達平衡時之液相莫耳分率，試回答下列問題：

(一)一稀薄(Dilute)氨水溶液，欲利用一連續逆流之氣提 (Stripping) 裝置，以空氣來移除水溶液中的氨(NH₃)。系統中空氣的莫耳流率為 V ，氨水溶液之莫耳流率為 L ，且 NH₃ 在氣/液相間的平衡關係可利用 $y = 0.8x$ 來表示，請問此一操作中，若欲達 95%之移除率

，則空氣對水溶液之最小流率比 $\left[\frac{V}{L} \right]_{\min}$ 為何？此時所需之理想板數為何？（5 分）

(二)承第(一)小題。若空氣的流率(V)是氨水流率(L)的 1.5 倍，整個裝置有 8 個板，總板效率為 75%。請利用 Kremser 方程式計算此一條件下 NH_3 的移除率。(8 分)

(三)承第(二)小題。若將空氣的流率(V)增加，而其他條件不變，則 NH_3 的移除率會如何變化？請說明為什麼。(2 分)

六、流體 A 與 B 均為單相，在一個 Single-pass double pipe heat exchanger 做同向流 (Cocurrent flow) 熱交換。

流體 A：質量流率 = 1.0 kg/s，比熱 = 1500 J/kg·K，進口溫度 $T = 375 \text{ K}$

流體 B：質量流率 = 0.3 kg/s，比熱 = 2500 J/kg·K，進口溫度 $T = 280 \text{ K}$

已知總熱傳係數(Overall heat transfer coefficient)為 $225 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ，換熱面積為 5 m^2 。

(一)求本熱交換器的熱傳單位數 NTU(Number of heat transfer unit)的值是多少？(3 分)

(二)導出本熱交換器的熱交換效率 ε (Effectiveness)，並求出其值。(8 分)

(三)求本熱交換器的熱傳率(Heat transfer rate)，流體 A、B 的出口溫度及對數平均溫差。(5 分)

(四)如使用相同的熱交換器，流體的進口溫度也相同，但流向改為逆向流(Countercurrent)，請問 NTU(逆向流)將會大於、等於或小於 NTU(同向流)，為什麼？(2 分)

(五) ε (同向流)將會大於、等於或小於 ε (逆向流)，為什麼？(2 分)