

經濟部所屬事業機構 109 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 7 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。

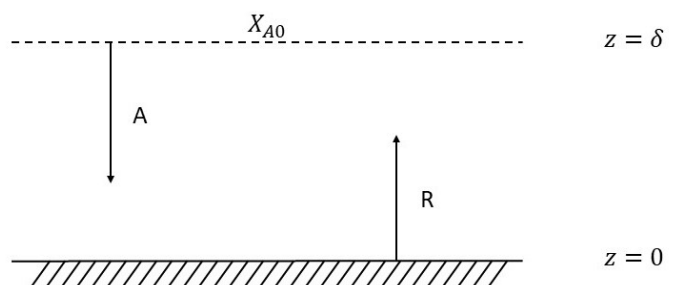
一、有一比重為 0.85，黏度為 1.0 poise 之液體，在一內直徑為 100 mm，長 300 m 的水平圓管內流動。如果流率為 $30 \text{ m}^3/\text{hr}$ ，不考慮摩擦損耗的問題，則其壓力降應為多少 kg_f/m^2 (計算至整數，以下四捨五入) ($g = 9.8 \text{ m}/\text{sec}^2$; $g_c = 9.8(\text{kg} \cdot \text{m})/(\text{kg}_f \cdot \text{sec}^2)$; $\pi = 3.1416$) ? (10 分)

二、直徑 5 公分的蒸氣管，以 A、B 各為 1 公分的絕熱材料包覆以減少熱損失，其中 A 絕熱材料的熱傳導係數為 B 的 10 倍。假設此一複合絕熱層的內、外表面溫度固定不變，試問：(2 題，每題 5 分，共 10 分)

(一)以 B 材料為內層或外層，何者熱損失較小(已知 $\ln(3.5/2.5) = 0.3365$; $\ln(4.5/3.5) = 0.2513$; $\ln(4.5/2.5) = 0.5878$) ?

(二)承(一)較好的絕熱方式相對於較差的絕熱方式，請計算共減少多少熱損失百分比(計算至小數點後第 2 位，以下四捨五入) ?

三、如【圖 1】所示觸媒表面附近氣體的擴散現象。成分 A 經由薄膜(stagnant film)擴散進入觸媒表面，在觸媒表面立即發生反應轉變成產物 R，接著 R 擴散經薄膜而離開表面。在觸媒表面的反應式依 $A \rightarrow 3R$ 進行，試推導成分 A 在薄膜內的濃度分布。假設系統的溫度與壓力維持不變。(δ : 薄膜層厚度 ; X_{A0} : A 在 δ 層之莫耳分率) (15 分)

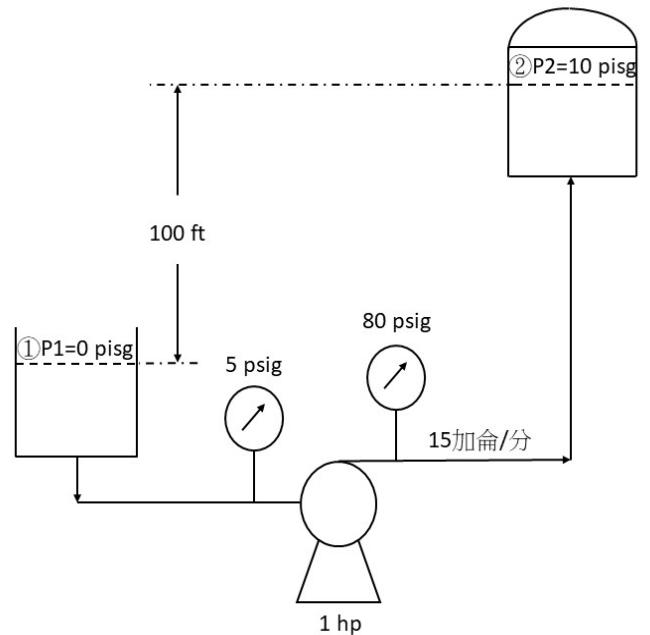


【圖 1】

四、如【圖 2】所示，常溫下水自一開口槽藉由泵浦以每分鐘 15 加侖(gpm)之流速泵入一壓力為 10 psig 之密閉槽中，密閉槽之水位比開口槽穩定高 100 呎(ft)，相對於兩水槽，輸送管線之截面積很小。泵浦之入口、出口壓力錶分別顯示 5 psig 及 80 psig。已知馬達輸入泵的功率(制動馬力)為 1 hp，試計算：(水密度 = 62.4 lbm/ft^3 ， $1 \text{ hp} = 550(1 \text{ bf})(\text{ft})/\text{s}$ ， $1 \text{ gal} = 7.48 \text{ ft}^3$) (共 2 題，共 15 分)

(一)當泵入口、出口管線短，其高程差異、速度能差異及管線摩擦損失可以忽略下，求泵之效率(以百分比率表示，計算至小數點後第 1 位，以下四捨五入)? (7 分)

(二)請計算本系統每輸送 1 lbm(磅)水之摩擦損失多少(單位以 $\text{ft} \cdot \text{lb}_f/\text{lbm}$ 表示，計算至小數點後第 1 位，以下四捨五入)? (8 分)



【圖 2】

五、有一平面火爐內襯由兩層磚塊所構成：內層為 0.7 ft 厚之耐火磚($k = 0.6 \frac{\text{Btu}}{\text{hr} \cdot \text{ft} \cdot ^\circ\text{F}}$)，外層為 0.1 ft 厚之絕熱磚($k = 0.04 \frac{\text{Btu}}{\text{hr} \cdot \text{ft} \cdot ^\circ\text{F}}$)。假設內外壁表面係恆溫且為均勻分布。請問：(共 2 題，共 12 分)

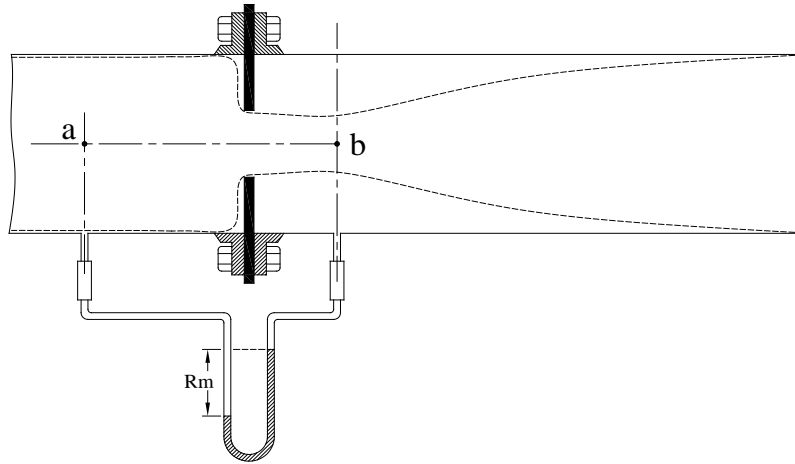
(一)若內壁溫度為 1800°F ，外壁溫度為 100°F 。試求該火爐單位面積之熱損失(heat loss)速率(以 $\frac{\text{Btu}}{\text{hr} \cdot \text{ft}^2}$ 表示，計算至整數，以下四捨五入)。(4 分)

(二)承(一)：

(1)若可允許之熱損失(heat loss)速率為 $300 \frac{\text{Btu}}{\text{hr} \cdot \text{ft}^2}$ ，則外層絕熱磚之厚度至少應改為多少(ft) (計算至小數點後第 2 位，以下四捨五入)? (4 分)

(2)承(1)此時兩磚介面的溫度是多少($^\circ\text{F}$) (計算至整數，以下四捨五入)? (4 分)

六、如【圖 3】所示，某方法工程師欲設計一銳孔流量計(Orifice flow meter)用於測量水在 15.6°C (密度 999 kg/m^3 ，黏度 1.147 cp)，在一內直徑為 100 mm 圓管中之體積流量，預期最大流量為 $50\text{ m}^3/\text{hr}$ 。同【圖 3】，假設使用比重為 13.6 的水銀測量 U 型壓力計之差壓，其上方則填充水，壓力計水銀柱高讀值為 R_m ，整個系統溫度維持 15.6°C 。(重力加速度 $g = 9.8\text{ m/sec}^2$)。請問：(2 題，每題 10 分，共 20 分)



【圖 3】

- (一)如要設計最大流量 $50\text{ m}^3/\text{hr}$ 時，U 型壓力計水銀柱高讀值 R_m 是 1250 mm ，此銳口流量計孔口直徑(bore size)應為多少(以 mm 表示，計算至小數點後第 1 位，以下四捨五入)? (提示：如在孔口處之流動雷諾數(Reynolds number)大於 $50,000$ ，銳孔流量計之孔口係數 C_0 以常數 0.61 計算)
- (二)承(一)依上述孔口尺寸(bore size)製作、安裝，實際運作後，U 型壓力計水銀柱高讀值是 $50\text{ mm}(R_m)$ ，請計算 15.6°C 水流經圓管中之實際流量應為多少 m^3/hr (計算至整數，以下四捨五入)? (提示：流動雷諾數(Reynolds number)大於 $50,000$ ，銳孔流量計之孔口係數 C_0 以常數 0.61 計算)

七、請簡答下列各題：(共 4 題，共 18 分)

- (一)化工廠常用之鋼管(steel pipe)，依美國標準協會(American Standard Association)採用管號(schedule number)表示其厚度。管號之定義為何？(3 分)
- (二)祛水器(steam trap)的功用為何？(2 分)
- (三)冷卻器(cooler)和冷凝器(condenser)功能有何不同？(4 分)
- (四)計算流力和熱傳，常需計算水力半徑(Hydroaulic radius)和相當直徑(Equivalent diameter)：
- (1)何謂水力半徑， r_h ？(3 分)
 - (2)何謂相當直徑， D_e ？(3 分)
 - (3)有一雙套管，其內管外徑為 D_1 ，外套管之內徑為 D_2 ，試計算流體流經環隙間(annular space)時之水力半徑 r_h 和相當直徑 D_e 為何？(3 分)