

等 別：三等考試
類 科：化學工程
科 目：輸送現象與單元操作
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

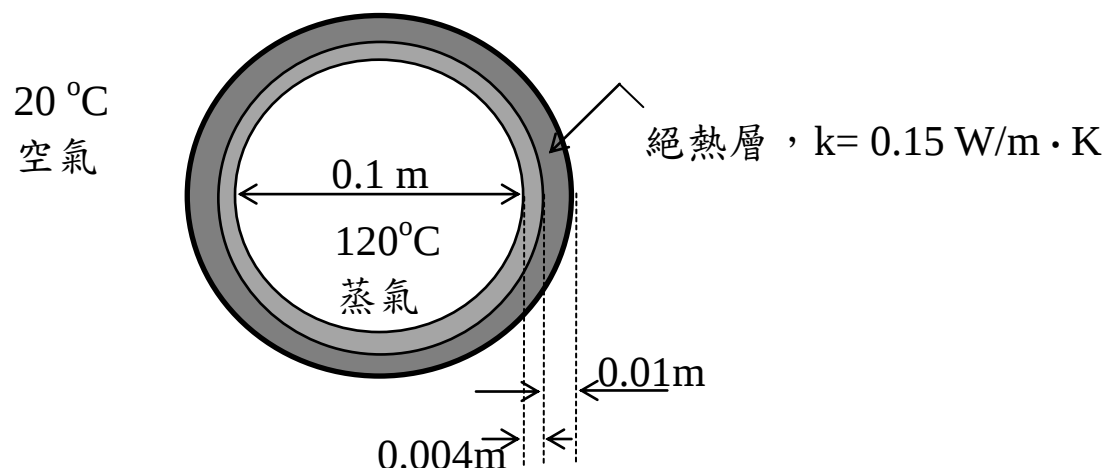
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、請試述下列問題：（每小題 6 分，共 30 分）

- (一)何謂 NPSH (net positive suction head) 及空化現象 (cavitation)？於離心泵啟動時如何避免 cavitation 現象之發生？
- (二)過濾常分類為濾餅過濾 (cake filtration)、顆粒床過濾 (deep bed granular filtration) 及掃流過濾 (crossflow filtration) 等三種，試說明這三者之過濾機制與應用對象上的差異。
- (三)試說明輻射熱傳之視角係數 (view factor) F_{ij} 的物理意義及何謂兩物體表面間之淨輻射熱傳 (net radiation between two surfaces)。
- (四)試說明吸附床操作之貫穿曲線 (breakthrough curve) 及質量傳送區 (mass transfer zone) 之定義。
- (五)試說明蒸餾操作中，相對揮發度 (relative volatility)、Murphree 效率 (efficiency) 及關鍵成分 (key component) 等三者之定義。

二、有一截面積 4m^2 之槽桶其底部開了直徑 0.05m 之圓孔，如槽內液體初始高度為 2m ，然後開啟圓孔蓋使液體排出，試估槽內液體完全排出所需時間。(15 分)

三、茲有內徑 0.1m ，壁厚 0.004m 之鋼管（熱傳導率 (thermal conductivity), $k = 40 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ），用於輸送 120°C 蒸氣，為降低此蒸氣管的熱損，於管外包了 0.01 m 厚之絕熱材料 ($k = 0.15 \text{ W/m} \cdot \text{K}$)，如絕熱層外之氣體溫度為 20°C ，而絕熱層表面與氣體間之熱對流係數 (heat transfer coefficient) 為 $5.0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ，管內蒸氣流之熱對流係數為 $45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ，試求每單位管長之熱損失速率 $[\text{W/m}]$ 。(15 分)



(請接背面)

等 別：三等考試
類 科：化學工程
科 目：輸送現象與單元操作

四、有一離子交換樹脂粒子 (ion-exchange bead) 之填充床，擬以 20°C 水反洗 (backwashing) 方式移除粒子上之積垢物。若這樹脂粒子為球形狀，粒徑 0.001m，密度 1500 kg/m³，粒子床高 1.5m，粒子床孔隙度 (porosity) 0.4。而 20°C 水之密度為 1000 kg/m³，黏度為 1.0 cp (=10⁻³ kg/m·s)。試求：

(一)其最小流體化速度 (minimum fluidization velocity)。(10 分)

(二)使粒子床膨脹 20%時所需之流體速度。(10 分)

備註：流體流過小顆粒填充床之壓降關係式

$$\frac{\Delta P}{L} = 150 \frac{\mu v (1 - \varepsilon)^2}{D_p^2 \varepsilon^3}$$

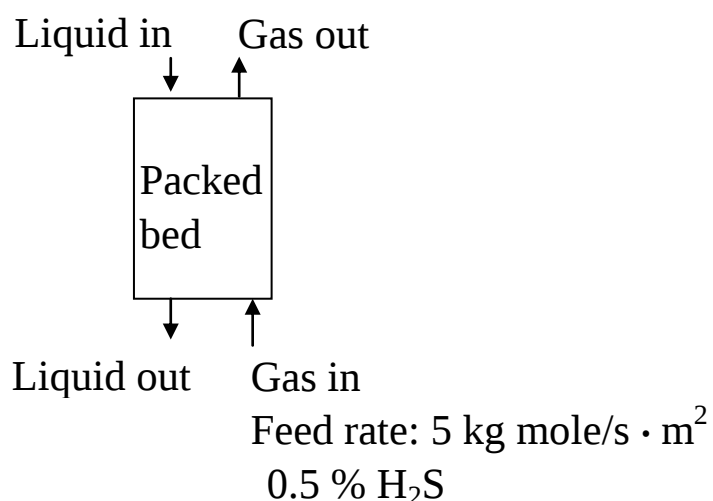
五、於溫度 30°C，壓力 1 大氣壓，擬設計逆向流 (countercurrent flow) 操作之填充塔 (packed bed)，以胺 (Ethanolamine, ETA) 水溶液吸收含 0.5% H₂S 之空氣流，H₂S 之吸收去除率設定為 90%。進料胺水溶液中不含 H₂S，此吸收塔每單位截面積之氣流進料速率為 5 kg mole/s·m²。已知 H₂S 與胺水接觸之平衡關係為 y = 2x，且此吸收塔總質傳送能力係數 (Overall mass transfer capacity coefficient) K_ya = 6 kg mole/m³·s·mol frac.。

(一)試求最小之胺水進料速率需求量 (minimum molar flow rate of ETA solution, kg mole/s·m²)。(10 分)

(二)若胺水進料量比其最小需求量多 1 倍，試估所需之塔高。(10 分)

備註：對於稀濃度進料之氣體吸收，其吸收塔高度之關係式

$$z = \frac{G}{K_y a} \int_{y_a}^{y_b} \frac{dy}{y - y^*} = \frac{G}{K_y a} \frac{y_b - y_a}{(y - y^*)_{lm}}$$



"單位換算"供參考

Viscosity
1 cp = 10⁻³ kg/m·s

Pressure
1 atm = 1.0133 × 10⁵ N/m²

Gravitation Acceration
1 g = 9.8 m/s²