

113年專門職業及技術人員高等考試建築師、  
32類科技師（含第二次食品技師）、大地工程  
技師考試分階段考試（第二階段考試）  
暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

等 別：高等考試  
類 科：化學工程技師  
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。

(三)本科目得以本國文字或英文作答。

一、回答下列問題：(每小題4分，共20分)

(一)請以剪切應力 ( $\tau_{rz}$ ) 為縱坐標，剪切速率 ( $-dv_z/dr$ ) 為橫坐標，畫出下列各流體之圖形：

(1)膨脹性流體 (Dilatant fluid)；(2)賓漢流體 (Bingham fluid)。

(二)請寫出無因次群 Nusselt number 之數學式與物理意義。

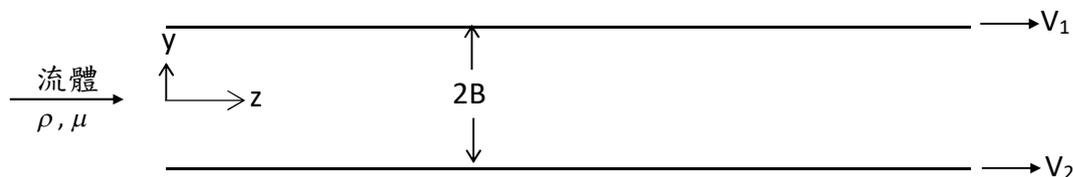
(三)如何從實驗中得到填充吸收塔之負載點 (Loading point) 和溢流點 (Flooding point)？

(四)請說明共沸蒸餾 (Azeotropic distillation) 之意涵。

(五)請計算利用下列分離程序，分離純化二成份混合物時之自由度 (degree of freedom)：

(1)液-液萃取 (Liquid-liquid extraction)；(2)氣體吸收 (Gas absorption)。

二、牛頓流體 (Newtonian fluid) 以穩態且層流 (Laminar flow) 流經一長為  $L$ 、寬為  $W$ 、厚為  $2B$  之水平雙平板，如下圖所示，若其產生之壓力差為  $P_1-P_2$ ，求其剪切力分布 (Shear stress profile)  $\tau_{yz}(y)$  與速度分布 (Velocity distribution)  $v_z(y)$  各為何？(20分)



- 三、密度為  $0.873 \text{ g/cm}^3$  的苯以  $2.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  之流率，由泵 (Pump) 自低於泵 2.8 m 處之暴露於大氣之儲槽，泵經內徑為 0.045 m 之鋼管，提升至高於泵 6.2 m 之 320500 Pa 表壓力之密閉容器中，設吸入管線之摩擦勢能為  $15.5 \text{ J/kg}$ ，而輸出管線之摩擦勢能為  $35.5 \text{ J/kg}$ ，泵效率  $\eta = 80\%$ ，試求：
- (一) 泵之制動馬力。(8 分)
  - (二) 泵所提升之壓力。(6 分)
  - (三) 若苯蒸氣壓為 129 mmHg，淨正吸入高差 (NPSH) 為多少公尺(m)？(6 分)
- 四、某一熱油其比熱為  $2.305 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ，以  $2500 \text{ kg/h}$  之流率流入雙套管 (Double pipe) 熱交換器，其流入和流出的溫度分別為 380 K 和 340 K；用來冷卻之水其比熱為  $4.187 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ，以  $2000 \text{ kg/h}$  之流率流入交換器，且流入之溫度為 278 K，若總熱傳送係數為  $480 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ，計算：
- (一) 水出口溫度。(4 分)
  - (二) 若為逆流時之熱傳送面積。(8 分)
  - (三) 若為順流時之熱傳送面積。(8 分)
- 五、計算下列分子擴散問題：
- (一)  $\text{O}_2$  和  $\text{N}_2$  氣體混合物含在管中，條件為 300 K 與 1 atm，長 1.5 m 管子的一端點 1， $\text{O}_2$  分壓為 0.7 atm，另一端點 2， $\text{O}_2$  分壓為 0.2 atm。若  $\text{O}_2$  與  $\text{N}_2$  進行等莫耳逆流擴散，計算穩定狀態下  $\text{O}_2$  之通量為何？假定  $\text{O}_2$ - $\text{N}_2$  混合物之擴散係數 (Diffusivity) 為  $0.585 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ 。(10 分)
  - (二) 一萘球半徑 10 mm，在 318 K 和 1 atm 之靜止空氣中行質量傳送，萘球在 318 K 之蒸氣壓為 0.555 mmHg，萘在空氣 318 K 下之擴散係數為  $6.92 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ，計算萘之蒸發速率為何？(10 分)