

臺灣菸酒股份有限公司 102 年從業職員及從業評價職位人員甄試試題  
 職等／甄試類別【代碼】：從業職員-第 3 職等人員【一】／生產技術研發人員(化工類)【E9001】  
 專業科目 3：單元操作

\*請填寫入場通知書編號：\_\_\_\_\_

注意：①作答前須檢查答案卷、入場通知書編號、桌角號碼、應試類別是否相符，如有不同應立即請監試人員處理，否則不予計分。  
 ②本試卷為一張單面，共有四大題之非選擇題，各題配分均為 25 分。  
 ③非選擇題限以藍、黑色鋼筆或原子筆於答案卷上採橫式作答，並請從答案卷內第一頁開始書寫，違反者該科酌予扣分，不必抄題但須標示題號。  
 ④應考人得自備簡易型電子計算機，但不得發出聲響，且不具財務、工程及儲存程式功能。應考人於測驗時將不符規定之電子計算機放置於桌面或使用，經勸阻無效，仍執意使用者，該科扣 10 分；計算機並由監試人員保管至該節測驗結束後歸還。  
 ⑤請勿於答案卷上書寫應考人姓名、入場通知書號碼或與答案無關之任何文字或符號。  
 ⑥答案卷務必繳回，未繳回者該科以零分計算。

題目一：

- (一) 牛頓力學第二定律  $F = ma/g_c$  中之比例常數  $g_c$  為一無因次群，請依照此公式推導出  $g_c$  分別在以下三種情形之值與單位：
1. 英國工程單位制(English engineering systems of units)(美國亦採用)。【5 分】
  2. 公制 SI 系統(System International)。【5 分】
  3. MKS 制。【5 分】
- (二) 一般而言，在常溫常壓下，氣體、液體、固體分別是屬於可壓縮流體(compressible fluids)還是不可壓縮流體(incompressible fluids)? 【10 分】

題目二：

- (一) 請問如何區分牛頓流體(Newtonian fluid)和非牛頓流體(non-Newtonian fluid)? 【10 分】
- (二) 假設有一黏度為  $\mu$  之牛頓流體，以層流(laminar flow)方式流經一個長度為  $L$ 、半徑為  $R$  之水平圓管，設管內壓力差為  $\Delta P$ ，請以能量平衡或力的平衡的觀念，而不以藉用運動方程式的方法，推導出管中流體之速度分佈(亦即速度  $u$  與徑向  $r$  之關係式)。【15 分】

題目三：

今有一原油(crude oil)(比熱為  $2.34 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$ )以每小時 900 公斤的流速在一套管熱交換器之內管中自  $25^\circ\text{C}$  被加熱至  $95^\circ\text{C}$ ，外管採用之熱液為煤油(kerosene)(比熱為  $2.51 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$ )，其入口及出口溫度分別為  $250^\circ\text{C}$  及  $105^\circ\text{C}$ ，假設總包熱傳係數(overall heat transfer coefficient)為  $1650 \text{ kJ/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ ，請問：

- (一) 並流式(concurrent) 套管熱交換器，所需傳熱面積為多少? 【9 分】
- (二) 逆流式(countercurrent) 套管熱交換器，所需傳熱面積為多少? 【9 分】
- (三) 煤油之每小時流速是多少公斤? 【7 分】

【註： $\ln(145/70)=0.73$ ； $\ln(225/10)=3.11$ ； $\ln(155/80)=0.66$ 】

題目四：

在一定溫度  $55^\circ\text{C}$  及  $1\text{atm}$  的環境下，將水裝滿至一量液瓶(volumetric flask)的垂直管的部分，初始其水液面離管口  $120 \text{ mm}$ ，假設空氣中的水分濃度為零，並假設量液瓶內水液面上之管中無對流混合(convective mixing)，此時水會慢慢擴散揮發(屬於質傳的擴散機制)而使液面下降，請回答下列問題：

- (一) 請推導出此狀況下之質量擴散速率(質量通量)公式：【10 分】

$$\tilde{N}_A = \frac{D_{AB}\tilde{\rho}}{L\tilde{X}_{B,lm}} (\tilde{x}_{A0} - \tilde{x}_{AL})$$

$$\text{其中，}\tilde{X}_{B,lm} = \frac{(\tilde{x}_{BL} - \tilde{x}_{B0})}{\ln(\tilde{x}_{BL}/\tilde{x}_{B0})}$$

$\tilde{N}_A$ : 水之擴散速率(質量通量)，單位為  $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$

$D_{AB}$ : 水擴散至空氣之擴散係數，單位為  $\text{m}^2/\text{s}$

$\tilde{\rho}$ : 水之氣相平均體積重量莫耳濃度，單位為  $\text{kg}\cdot\text{mol}/\text{m}^3$

$L$ : 量液瓶管內水液面與管口之距離，單位為  $\text{m}$

$\tilde{x}_{A0}$ : 水在量液瓶管內液面之莫耳分率(mole fraction)

$\tilde{x}_{AL}$ : 水在量液瓶管口之莫耳分率

$\tilde{x}_{B0}$ : 空氣在量液瓶管內液面之莫耳分率

$\tilde{x}_{BL}$ : 空氣在量液瓶管口之莫耳分率

- (二) 請利用第(一)小題之水質量擴散速率與單位時間水液面下降速率推導出以下公式。【5 分】

$$\theta = \frac{\tilde{\rho}_{AL}\tilde{X}_{B,lm}}{D_{AB}\tilde{\rho}(\tilde{x}_{A0} - \tilde{x}_{AL})} \left( \frac{L^2 - L_0^2}{2} \right)$$

$\theta$ : 時間

$\tilde{\rho}_{AL}$ : 水在量液瓶管口之氣相平均體積重量莫耳濃度，單位為  $\text{kg}\cdot\text{mol}/\text{m}^3$

$L$ : 水液面離管口之距離

$L_0$ : 初始水液面離管口之距離

- (三) 假設在此環境下，水之密度為  $970 \text{ kg}/\text{m}^3$ ，水之蒸汽壓為  $15.5 \text{ kPa}$  ( $1\text{atm} = 101.3 \text{ kPa}$ )，擴散係數( $D_{AB}$ )為  $3.0 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ，請問需要多久的時間(小時)水面會下降  $20 \text{ mm}$ ? 【10 分】

(註:  $\ln(0.847) = -0.166$ )

(註 2: 氣體常數  $R = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{m}^3/\text{kg}\cdot\text{mole}\cdot\text{k}$ )