

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。

一、試申述下列名詞之意涵（請以公式或繪圖表示並說明）：（每小題 4 分，共 24 分）

- (一)史特凡-波茲曼 (Stefan-Boltzmann) 定律
- (二)克希何夫 (Kirchhoff) 定律
- (三)韋恩移位定律 (Wien displacement law)
- (四)濕度百分率 (percentage humidity)
- (五)相對濕度 (relative humidity)
- (六)噴霧塔 (spray tower)

二、流體 A 在 20 °C 下，流經一支水平、平滑的圓管，圓管直徑  $D=3$  cm；質量流率  $w=20$  g/s。請求出必需要有多少  $(\text{dyne}/\text{cm}^2)/\text{cm}$  的壓力梯度 (pressure gradient) 才能達到這個流量。流體 A 的密度  $\rho=0.935$  g/cm<sup>3</sup>；黏度  $\mu = 1.95$  cp。

$$(P_o - P_L)/L = \left(\frac{4}{D}\right)\left(\frac{1}{2}\rho\langle v \rangle^2\right)f \quad (24 \text{ 分})$$

三、有一支順流式 (cocurrent flow) 雙套管熱交換器 (double pipe heat exchanger)。原油流入內管，由 32.2 °C 被加熱至 93.3 °C，流率為 0.252 kg/s。外管流的是加熱用的煤油 (kerosene)；流入溫度為 232.2 °C，流出溫度為 104.4 °C。請求出：

- (一)煤油質量流率為多少 kg/s？(8 分)
- (二)需要多少 m<sup>2</sup> 的熱傳送面積？(16 分)

[註]：總包熱傳係數  $U_o=390.7$  kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)；原油比熱  $C_{pc}=0.56$  kcal/(kg·°C)；  
煤油比熱  $C_{ph}=0.60$  kcal/(kg·°C)。

四、有一 A 和 B 的混合物 (A 占 35 mole %；B 占 65 mole %) 流入分餾塔 (fractionating tower) 中加以蒸餾。塔頂產品 (overhead product) 中含 93 mole% A；塔底產品 (bottom product) 中含 2.2 mole% A。進料中含一半的氣體及一半的液體。分餾塔的回流比 (reflux ratio) 為 4。平衡時  $x_A$  與  $y_A$  的關係如下表所示：

$x_A$	0.000	0.200	0.400	0.500	0.600	0.800	1.000
$y_A$	0.000	0.333	0.571	0.667	0.770	0.889	1.000

請在試卷上自行繪出方格紙，並以麥泰 (McCabe/Thiele) 法作圖，求出分餾塔中要  
有多少平衡階？請在試卷中寫出解題步驟。(28 分)