

國立臺灣科技大學 104 學年度碩士班招生試題

系所組別：化學工程系碩士班

科目：工程數學與輸送現象

(總分為 100 分)

- Find the general solution of ODE $x^2y'' + xy' + (x^2 - 0.25)y = 0$ on $(0, \infty)$. (8%)
- $f(x,y,z) = z$, Σ is the part of the cone $z = \sqrt{x^2 + y^2}$ in the first octant and between the plane $z = 2$ and $z = 4$. Evaluate $\iint_{\Sigma} f(x,y,z) d\sigma$. (10%)
- Solve the initial value problem: $y'' + 4y = f(t)$; $y(0) = 0$, $y'(0) = 0$, where $f(t) = 0$ for $t < 3$ and $f(t) = t$ for $t \geq 3$. (12%)
- Solve the initial value problem: $\frac{\partial^2 z}{\partial t^2} = 4 \left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} \right)$ for $0 < x < L$, $0 < y < K$, $t > 0$
with BCs $z(x,0,t) = z(x,K,t) = 0$ for $0 < x < L$, $t > 0$
 $z(0,y,t) = z(L,y,t) = 0$ for $0 < y < K$, $t > 0$
and IC $z(x,y,0) = 0$ for $0 < x < L$, $0 < y < K$
 $\frac{\partial z}{\partial t}(x,y,0) = f(x,y)$ for $0 < x < L$, $0 < y < K$ (20%)

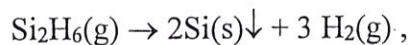
- 工程師需要設計一只熱交換器，利用冷卻水將熱油的溫度從 423 K 降溫至 343 K，同時冷卻水溫度從 293 K 上升到 324 K，請計算 countercurrent flow 及 parallel flow 條件下的 log mean temperature difference ΔT_{lm} 。

另假設熱油流量 3220 kg h^{-1} ，比熱(specific heat capacity c_p) $2.3 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ，總包熱傳係數 $U_i = 366 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ ，計算所需熱傳面積 (m^2)。

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln(\Delta T_2 / \Delta T_1)} \quad \Delta T_2 = \text{熱油的出口(與冷卻水)溫差}, \Delta T_1 = \text{熱油的入口(與冷卻水)溫差}。$$

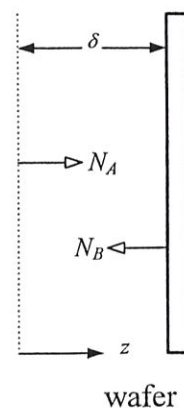
(20%)

- 穩態擴散問題：考慮二矽乙烷(Si_2H_6)通過晶圓表面的邊界層(厚度 δ)沉積的穩態擴散問題(見右側簡圖)，推導二矽乙烷莫耳通量(N_A)以莫耳分率(x_A)表示的公式。已知假設反應器中只有兩成分 A ($=\text{Si}_2\text{H}_6$), B ($=\text{H}_2$), 邊界條件 $z = 0$, $x_A = x_{A1}$; $z = \delta$, $x_A = x_{A2}$;



推導從此式開始 $N_A = -cD_{AB} \frac{dx_A}{dz} + x_A(N_A + N_B)$

氫氣莫耳通量(N_B); 擴散係數(D_{AB}); 垂直於晶圓表面的位置(z) (15%)



- 皮托管(Pitot tube)量測局部速度，其原理用流體動能差轉換成壓力差，量測壓力差依據 Bernoulli 公式求得局部流速，請從下式推導流速。

$$\frac{u_1^2}{2} - \frac{u_2^2}{2} + \frac{p_1 - p_2}{\rho} = 0 \quad \rightarrow \quad \text{令 } u_2 = 0 \quad \text{求 } u_1 = ? \quad (5\%)$$

假設內直徑 2.66 cm 的圓形水管中央位置以皮托管量得壓力差 2.2 Pa ($\rho = 0.98 \text{ g cm}^{-3}$)，試求中央位置流速，若此流為層流，試求其流量。 (10%)

