

## 八十五學年度國立台灣工業技術學院研究所碩士班招生考試

所別：化學工程技術研究所

組別：

科目：單元操作

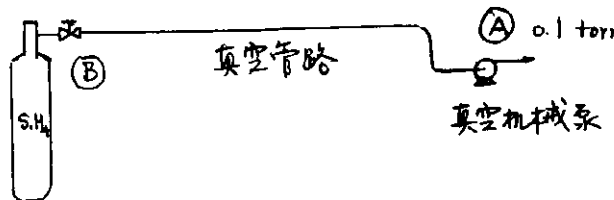
1. 以真空機械泵抽  $\text{SiH}_4$  氣體通過如下圖之真空管路， $\text{SiH}_4$  氣體鋼瓶(B點)與真空泵(A點)之間管路，管內直徑 7mm，相當之管長 100m，當真空泵壓力抽至 0.1torr 時，體積流量  $10\text{cm}^3/\text{min}$ ，試計算 1.  $N_{Re}$  (10%)， 2. B 點與 A 點之間壓力降 (10%)， 3. B 點壓力 (5%)。

溫度 298K， $\text{SiH}_4$  氣體黏度  $0.01092\text{cp}$  ( $1\text{cp}=10^{-2}\text{g/cm s}$ )，分子量=32，氣體常數  $0.08205\text{ m}^3\text{ atm/mol K}$ ， $1\text{ atm}=1.01\times 10^5\text{ N/m}^2=760\text{ torr}$ ，若是層流可用下式計算摩擦係數  $f$ ， $f=16/N_{Re}=16/(Dvp/\mu)$ ，若是亂流可用附表求摩擦係數  $f$ 。

$$\Delta P_f = 4 f \rho (\Delta L/D)(v^2/2)$$

$\rho$ ：氣體密度， $\Delta L$ ：相當管長， $D$ ：管內直徑， $v$ ：流速， $\mu$ ：黏度。

計算過程請使用 SI 制單位。



2. 假設兩平板間有牛頓流體，黏度  $20\text{ Pa s}$ ，下面平板保持靜止，上面平板以  $0.05\text{ m/s}$  等速向前移動，兩板間距離  $1\text{ mm}$ ，問上板單位面積需施力若干(以 SI 制表示)? (10%)

3. 吸收塔用 countercurrent 方式操作，以水吸收空氣中氨氣，使出口空氣氨濃度不超過  $0.3\text{ mol}\%$ ，假設空氣進料含氨  $5.0\text{ mol}\%$ ，空氣進料流量  $20\text{ kgmol/hr}$ ，純水進料流量  $60\text{ kgmol/hr}$ ，已知氨氣-水平衡關係  $y_A=2.5x_A$ ， $y_A$  與  $x_A$  分別代表氣相與液相之氨莫耳分率。試計算 1. 氨氣被水吸收量(5%)； 2. 吸收塔的理論板數(10%)。



八十五學年度國立台灣工業技術學院研究所碩士班招生考試

所別：化學工程技術研究所

組別：

科目：單元操作

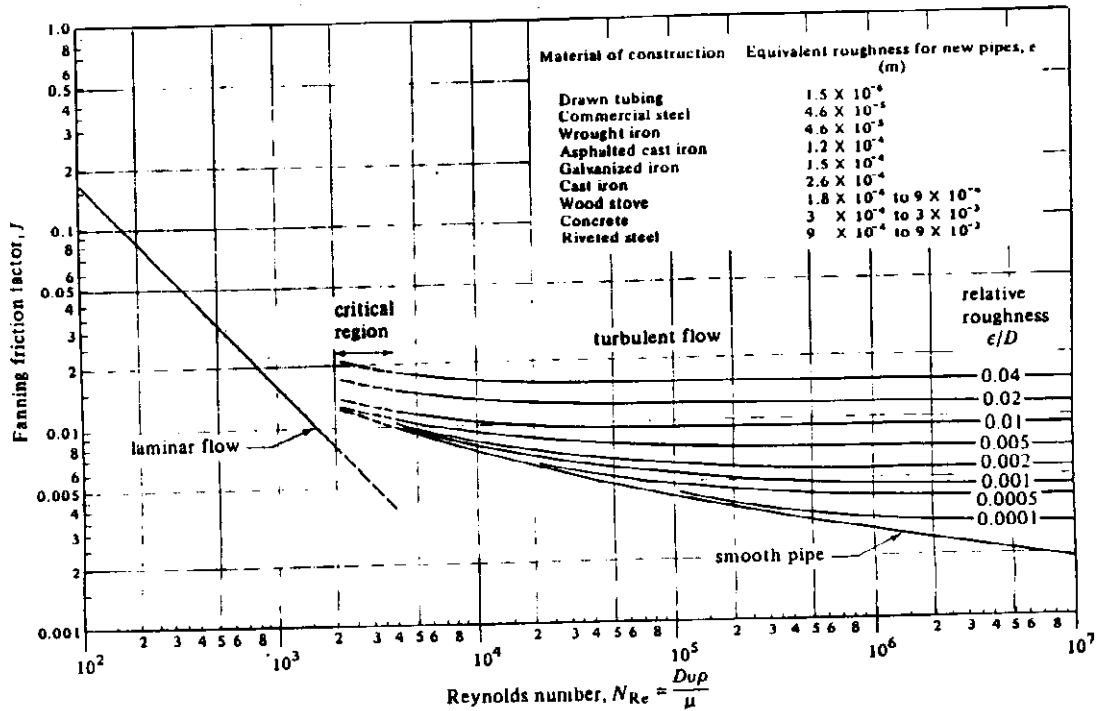


FIGURE 2.10-3. Friction factors for fluids inside pipes. [Based on L. F. Moody, Trans. A.S.M.E., 66, 671, (1944); Mech. Eng. 69, 1005 (1947). With permission.]



4. 考慮圓管內層流的對流熱傳，如圖 1 所示。若流體的 Prandtl 數 ( $Pr$ ) 遠大於 1 時，在同一橫軸位置 ( $x$ ) 處的熱邊界層 (Thermal boundary layer) 厚度跟速度邊界層 (Velocity boundary layer) 厚度，何者較厚？請說明理由。又當管壁溫度一定時，Hausen 提出管內的平均 Nusselt 數 ( $Num$ ) 為

$$Num = 3.66 + \frac{0.0668 (Re Pr D/L)}{1 + 0.04 (Re Pr D/L)^{1/4}}$$

其中  $Re$  為 Reynolds 數； $D$  為管直徑； $L$  為管長。試問在何種條件下， $Num$  會趨近 3.66？又改考慮圓管內層流的物質傳遞 (Mass transfer)，若為等莫耳相互擴散時，只需分別將  $Num$  及  $Pr$  改為什麼無因次數，便可求得對流質傳係數？(並請說明該無因次數代表的物理意義)

(15%)

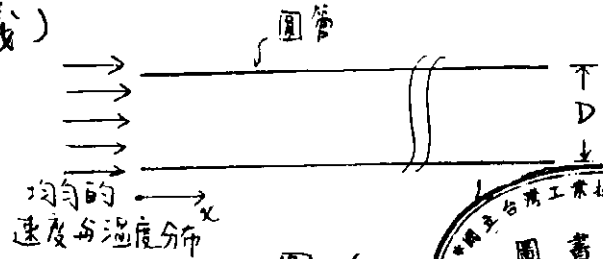


圖 1



5. 考慮一無限長平板上的流体層流區域，如圖 2 所示。若層流的速度分布  $v_x = f(y)$  可以下列的多項式來趨近時，請利用邊界條件，求出速度分布。

$$\frac{v_x}{v_0} = a + b\left(\frac{y}{\delta}\right) + c\left(\frac{y}{\delta}\right)^2 + d\left(\frac{y}{\delta}\right)^3$$

其中  $v_0$  為無限遠處的速度； $\delta$  為邊界層厚度， $a, b, c, d$  為常數。

(a). 寫出 4 個邊界條件。

(b). 求出  $a, b, c, d$ . (10%)

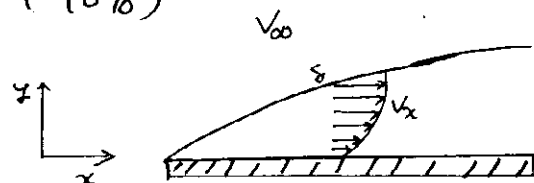
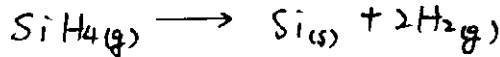


圖 2

6. 超大型積體電路 (ULSI) 的薄膜製程中, 有以如圖 3 所示, 可同時放置多片矽晶圓的反應器。薄膜成長時, 反應器內通入  $\text{SiH}_4$  與過量的  $\text{H}_2$ , 經外壁的加熱而反應, 並在矽晶片上長成矽的薄膜, 其反應如下:



若只需考慮  $\text{SiH}_4(\text{g})$  在晶片縱軸向的擴散及反應, ( $r$  方向)

(a). 寫出  $\text{SiH}_4$  的質傳微分方程式。(  $\text{SiH}_4(\text{g})$  的濃度為  $C$ , 晶圓軸向為  $r$ , 且反應的最慢步驟為氣相反應, 其反應速率常數為  $k$  ) (假設為穩定狀態)

(b). 寫出  $r=0$ , 及  $r=R$  的邊界條件。

(c). 說明在何種條件下,  $r$  方向的薄膜成長會比較均勻。

(15%)

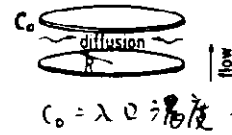
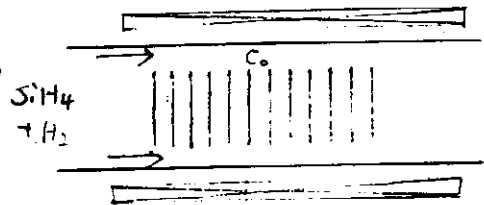


圖 3

7. 氣體在一圓管內的擴散, 當氣體壓力變低時, 即有所謂的 Knudsen 擴散會發生。試說明在何種情況下, 必須考慮 Knudsen 擴散? 又在過渡區域內, Knudsen 擴散與一般的分子擴散經常同時發生。若 Knudsen 擴散係數為  $D_K$ , 而分子擴散係數為  $D_{AB}$  時, 總包擴散係數為何? (10%)

