

等 別：高考二級
類 科：化學工程
科 目：高等輸送現象
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(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)請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。

(四)本科目得以本國文字或英文作答。

一、一牛頓流體 (Newtonian fluid) 以層流 (laminar flow) 流經一水平圓管內。圓管半徑為 R ，管長為 L ，壓力差為 $p_0 - p_L$ ，流體之密度為固定值 ρ ，黏度 (viscosity) 為 μ 。請求解流體之體積流率，以及摩擦因數 (friction factor) 與雷諾數 (Reynolds number) 間之關係式。(25 分)

二、在一吸收塔實驗中，液體由垂直小圓管內往上流動至頂部後，於外管側以液膜形式向下流動。液體為牛頓流體，流動為層流，圓管外管側半徑為 R ，外管側液膜厚度為 $(a-1)R$ ，液體之密度為 ρ ，黏度為 μ 。請求解外管側液膜之流場，以及液膜之質量流率。(25 分)

$$\text{註：} \int x \ln x \, dx = \left(\frac{x^2}{2}\right) \ln x - \left(\frac{x^2}{4}\right), \int x^2 \ln x \, dx = \left(\frac{x^3}{3}\right) \ln x - \left(\frac{x^3}{9}\right)$$

三、一起始溫度為 T_0 之半無窮大 (semi-infinite) 固體，占據 $y=0$ 至 $y=\infty$ 之空間。在時間 $t=0$ 時， $y=0$ 之表面溫度突昇為 T_1 ，且維持在該溫度。請以變數轉換 $\eta = y / \sqrt{4\alpha t}$ ， α 為熱擴散係數 (thermal diffusivity)，求解固體之溫度分布 $T(y,t)$ 。(25 分)

四、反應物 A 擴散進入半徑為 R 之球狀觸媒 (spherical catalyst) 反應生成生成物 B ， $A \rightarrow B$ 。反應物 A 於觸媒內之有效擴散係數 (effective diffusivity) 為 D_A 。觸媒內 A 之單位體積反應速率為 $R_A = -k_1'' a c_A$ ，其中 c_A 為氣體 A 之濃度。在觸媒表面反應物 A 之濃度為 c_{AR} 。請求解觸媒內 A 之濃度分布及觸媒有效度因數 (effectiveness factor)。(25 分)