

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、圓管中之流體速度分布 (velocity profile, $u(r)$) 方程式如下，請就雷諾數、流體壓縮性、穩態與否、流體“牛頓” (Newtonian) 性質、端效應 (end effect)，說明此式之假設。(15 分)

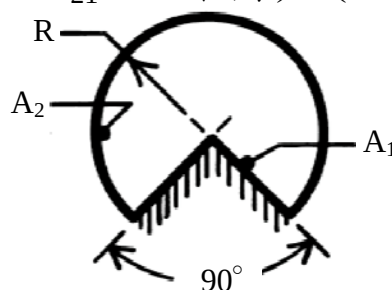
$$u(r) = \frac{1}{4\mu} \left(\frac{\Delta P}{L} \right) r_o^2 \left[1 - \left(\frac{r}{r_o} \right)^2 \right] \quad (r_o: \text{圓管半徑}; L: \text{管長}; \Delta P: \text{壓降}; \mu: \text{液體黏度})$$

二、承上題，請再藉此式推導“哈根—波蘇拉定律” (Hagen-Poiseuille law)，即

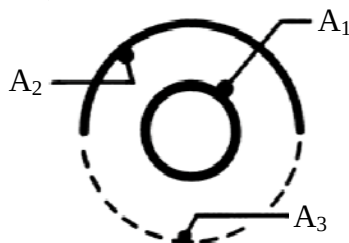
$$Q = \frac{\pi r_o^4}{8\mu} \left(\frac{\Delta p}{L} \right), \quad Q: \text{體積流量}, \text{推導過程應敘明所有必要之符號與假設。} (15 \text{ 分})$$

三、請計算或導出下列輻射熱傳中之“視因數” (view factor, F):

(一)非圓形“長管”內，求 F_{12} 及 F_{21} (如下圖)。(10 分)



(二)面積 A_1 之小圓球位於較大同心半球 ($A_2 = 2A_1$) 之下，且極長，求 F_{12} 及 F_{21} (如下圖)。(10 分)



四、請寫出下列無因次群之定義，例如：雷諾數 (Reynolds number) $= \frac{Du\rho}{\mu}$ ，且應寫出

D : 直徑、 u : 流速、 ρ : 密度及 μ : 黏度。(一)普朗特數 (Prandtl number) (二)紐塞數 (Nusselt number) (三)必歐數 (Biot number) (四)拖曳係數 (drag coefficient)。
(每小題 5 分，共 20 分)

五、一多孔圓球 (半徑 R) 充滿揮發性物質 A ，懸浮於不含 A “無限大”之靜止氣體中，故對流效應可忽略且 A 於無窮遠處濃度為零 ($C_{i,\infty} = 0$)，又因物質 A 潛熱 (latent heat) 極低，因而可忽略熱傳效應。若該揮發性物質 A 擴散係數 (diffusivity) 為常數 D ，且球面 ($r = R$) 能維持飽和濃度 $C_{i,s}$ ，請以質量守恆建立球體外部濃度 (C_i) 與距離 (r) 之微分方程式，並根據邊界條件解出該濃度函數 $C_i(r)$ 及雪耳伍德數 (Sherwood number)。(30 分)