

等 別：三等考試
類 科：化學工程
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。

(三)本科目得以本國文字或英文作答。

一、試問皮托管 (pitot tube) 可以直接測量流體之體積流率嗎？如可以，原理為何？如否，如何以皮托管間接求得流體之體積流率？(10 分)

二、半無限大 (semi-infinite) 之流體， $y=0$ 至 $y=\infty$ ，位於原為靜止之平板上 ($y=0$)，時間 $t=0$ 時，平板以 V 的速度水平運動 (x -方向運動)，請求解此邊界層 (boundary layer) 問題之流場：

$$\partial v_x / \partial t = \nu \partial^2 v_x / \partial y^2, \quad \text{I.C. } v_x = 0 \quad \text{at } t \leq 0,$$

$$\text{B.C. } v_x = V \quad \text{at } y=0, \quad v_x = 0 \quad \text{at } y=\infty$$

其中 ν 為動黏度 (kinematic viscosity)。請以變數轉換 $\eta = y / \sqrt{4\nu t}$ 求解流場。(25 分)

三、一圓管外面包覆兩層熱絕緣層，圓管之內外半徑分別為 r_0 及 r_1 。第一層 (內層) 熱絕緣層之外半徑為 r_2 ；第二層 (外層) 熱絕緣層之外半徑為 r_3 。圓管、第一層及第二層熱絕緣層之熱傳導度 (thermal conductivity) 分別為 k_0 、 k_1 及 k_2 。管內及管外流體分別保持在 T_a 及 T_b 的溫度。管子與管內流體間之熱傳係數 (heat transfer coefficient) 為 h_i ；管子與管外流體間之熱傳係數為 h_o 。請導出計算“基於外管壁面積之總熱傳係數” (overall heat transfer coefficient based on the outer surface) U_o 之公式及總熱傳量 Q 之公式。(25 分)

四、利用填充塔以水吸收一可溶性氣體，平衡關係式可表示為 $y_e = 0.06x_e$ ，其中 y_e 為可溶性氣體在氣相之莫耳分率 (mole fraction)， x_e 為該成份在液相之莫耳分率。填充塔兩端之條件如下：在塔頂 (bed top)， $x = 0$ ， $y = 0.001$ ；在塔底 (bed bottom)， $x = 0.08$ ， $y = 0.009$ 。如基於液膜之傳遞單位高度 (height of a transfer unit) $H_x = 0.24$ m，基於氣膜之傳遞單位高度 $H_y = 0.36$ m，則填充塔之高度為何？(20 分)

五、水流經一 8 英吋鋼管之平均流速為 6 ft/s。此鋼管在下游處分接至一 8 英吋主管及一 2 英吋旁管 (bypass)。在此分接段 (bypassed section) 內，8 英吋主管之長度為 16 ft，2 英吋旁管之相當管長為 22 ft。水之密度為 1 g/cm^3 ($= 62.4 \text{ lb/ft}^3$)，黏度 (viscosity) 為 1 cp。入口及出口處之摩擦損失可忽略。鋼管之粗糙度 (roughness) 為 0.00015 ft。請問流經 2 英吋旁管之水流量占全部流量之比率為多少？1 ft = 12 in.，1 in. = 2.54 cm。(20 分)

