

108年專門職業及技術人員高等考試建築師、
25類科技師（含第二次食品技師）考試暨
普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

代號：01510

全一頁

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。

(三)本科目得以本國文字或英文作答。

一、若水在一半徑為 r_i 的圓管中，其流速 $U(r)$ 與最大流速 $U_{\max}$ 的關係式是 $U(r) = U_{\max} \left(\frac{r_i - r}{r_i} \right)^{1/7}$
(for turbulent flow)，試推導出水的平均流速 U_{avg} 與 $U_{\max}$ 的關係式。(20 分)

二、甲水槽的內部壓力為 10 psig，乙水槽的內部壓力為 20 psig，若甲槽的液位比甲槽高 30 英尺，假設水流經連結甲水槽與乙水槽之間水管的摩擦力可被忽略，試算甲水槽的水是否可流向乙水槽。(25 分)

三、一不銹鋼圓管外直徑為 6.0 公分，表面包覆以 5.0 公分的發泡棉，熱導係數為 0.55 瓦特/(公尺·°C)，其外再表面包覆以 4.0 公分的軟木，熱導係數為 0.05 瓦特/(公尺·°C)。若不銹鋼圓管的表面溫度為 150°C，軟木層的表面溫度為 30°C，計算不銹鋼圓管每公尺長的導熱量為多少瓦特？(25 分)

四、若在空氣流體流經一個水平的淺水盤 (pan) 時所產生的邊界層中 (boundary layer)，在 x 的水平方向得到下列 Nusselt number (Nu) 與 Reynolds number (Re_x) 和 Schmit number (Sc ，為 kinematic viscosity 與 mass diffusivity 的比值) 的關係式為：

$$Nu = \frac{kx}{D} = 0.332 Re_x^{0.5} Sc^{0.33} \text{ for laminar flow}$$

$$\text{and } Nu = \frac{kx}{D} = 0.0292 Re_x^{0.8} Sc^{0.33} \text{ for turbulent flow}$$

當過渡區 (transition) 發生在 $Re_x = 3 \times 10^5$ 時，空氣的流速為每秒 15 英尺，kinematic viscosity 為每秒 1.81×10^{-4} 平方英尺，水在空氣中的擴散係數 (mass diffusivity) D 值為每秒 2.81×10^{-4} 平方英尺，熱擴散係數 (thermal diffusivity) α 值為每秒 2.37×10^{-4} 平方英尺，空氣的密度為每立方英尺 0.0735 磅 (lbm)，空氣的比熱 (heat capacity) 為 0.24 Btu/(lbm)(°F)，求取：

(一)在距離水盤前端 $x = 4.5$ 英尺的 k 值 (mass transfer coefficient) for water film。(15 分)

(二)利用 Colburn Analogy 的原理，預測此處 $x = 4.5$ 英尺的熱傳係數 (heat transfer coefficient for convection)。(15 分)