

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

等 別：高等考試  
類 科：冷凍空調工程技師  
科 目：熱力學與熱傳學  
考試時間：2 小時

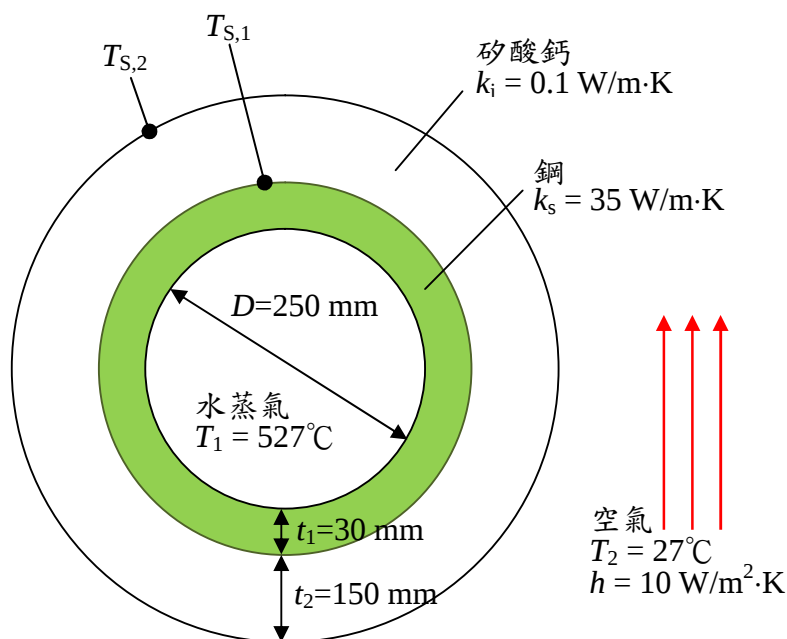
座號：\_\_\_\_\_

※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)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

- 一、 $527^{\circ}\text{C}$  過熱水蒸氣由鍋爐出口，經一長鋼管導引到電廠的渦輪機組，管內蒸氣熱對流係數假設為無限大。鋼管熱傳導率為常數 ( $k_s = 35 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ )，管之內直徑為 250 mm，鋼管壁厚度為 30 mm。該鋼管外部包覆一層矽酸鈣，此層厚度為 150 mm，熱傳導係數為  $k_i = 0.1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 。管外的環境為常壓之空氣，空氣溫度為  $27^{\circ}\text{C}$ ，自然對流(熱對流係數  $h = 10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ )。管剖面圖如下所示，請先忽略輻射散熱及矽酸鈣與鋼管間的接觸熱阻。
- (一)計算管件的每公尺熱損失率。(10 分)
- (二)矽酸鈣外表面的溫度  $T_{s,2}$ 。(10 分)
- (三)若將接觸熱阻納於前述分析中，矽酸鈣外表面溫度  $T_{s,2}$  應高於或低於前述子題之答案？理由為何？(5 分)



- 二、一個漫射灰表面 (diffuse-gray) 具有面積  $A_1 = 5 \times 10^{-5} \text{ m}^2$  及放射率  $\varepsilon_1 = 0.6$ ，其溫度為  $T_1 = 1500 \text{ K}$ 。為了測量前述漫射灰表面所發出的熱輻射，將一個面積為  $A_2 = 9 \times 10^{-6} \text{ m}^2$  的感測器擺在它正對面。兩表面彼此平行，中心共軸，距離為  $L = 0.5 \text{ m}$ ，史帝芬波滋曼常數  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} (\text{W/m}^2 \cdot \text{K}^4)$ 。
- (一) 計算沿垂直漫射灰表面方向 (天頂角  $\theta = 0^\circ$ ) 所放射的全頻譜輻射強度 (total intensity)？若沿  $\theta = 45^\circ$  方向，全頻譜輻射強度為何？(10 分)
  - (二) 感測器面積  $A_2$  對於漫射灰表面  $A_1$  的固體角 (solid angle) 為多少？由漫射灰表面  $A_1$  所放射出，而被感測器  $A_2$  表面所收到的全頻熱輻射功率 (total radiative power) 為多少瓦？(10 分)
  - (三) 漫射灰表面  $A_1$  所發射的輻射，在那個波長時強度最強？(5 分)
- 三、氣體渦輪 (gas turbine) 是一種作功的機械系統，而能描述此系統的理想循環為布萊頓循環 (Brayton cycle)。此系統可以是開放循環，常用在坦克或卡車引擎，也可以是像核電廠所使用的封閉循環。
- (一) 請說明布萊頓循環中開放循環的 3 個主要元件名稱及其功能？若是封閉循環，請問較前述開放循環元件有那些不同？新增元件功能為何？(10 分)
  - (二) 請分別繪出布萊頓循環的  $p$ - $v$  圖與  $T$ - $s$  圖，圖上標註出循環方向與熱進出所對應之過程。(10 分)
  - (三) 若循環中過程為等熵壓縮與膨脹，請以壓縮機的壓縮比 (pressure ratio)  $r_p$  跟氣體比熱比例 (specific heat ratio)  $k$ ，表示此系統之熱效率 (thermal efficiency)  $\eta$ 。(5 分)
- 四、熱力學常見 5 個名詞，請詳述其物理意義：不完全燃燒 (incomplete combustion)、空氣燃料比 (air-fuel ratio)、衝程 (stroke)、露點溫度 (dew-point temperature) 及相對溼度 (relative humidity / specific humidity)。(25 分)