

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

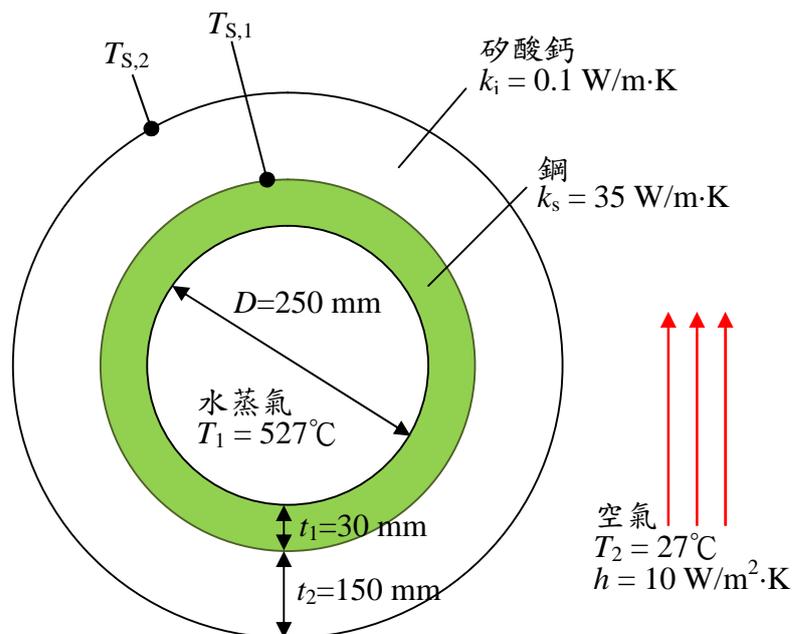
座號：_____

※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°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°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) η 。(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)