

107年專門職業及技術人員高等考試  
建築師、技師、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

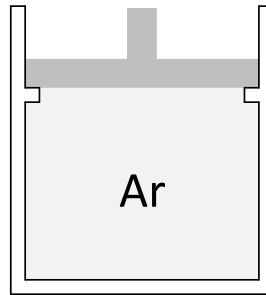
座號：\_\_\_\_\_

※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、0.6 kg 的氬 (Argon；分子量 39.94 kg/kmol) 氣被裝在下圖的氣缸-活塞中，起先氬氣的溫度為 25°C、壓力為 100 kPa，活塞停在氣缸壁的檔塊上，大氣壓力和活塞重量形成總共 400 kPa 的壓力。求為使氬氣能頂起活塞所需熱傳給氬氣的能量。使用理想氣體模式，且假設氣缸壁和活塞間沒有摩擦力，已知通用氣體常數為  $\bar{R} = 8.314 \text{ kJ}/(\text{kmol} \cdot \text{K})$ 。(25 分)



- 二、想要用泵浦 (pump) 把水打到比水管入口高 6 m 處的出口，且出口的壓力為 5 bar，體積流率為每分鐘 0.7 m<sup>3</sup>。假設水在水管入口的壓力為 1 bar、比容為  $\nu = 1.0009 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$ ，當地的重力加速度為 9.8 m/s<sup>2</sup>，且泵浦穩定的運轉，請問此泵浦的功率至少要有多少千瓦 (kilowatt)？(25 分)
- 三、考慮兩個很大的平行平板間的穩態熱傳，它們的間距為 0.01 m，溫度分別保持在  $T_1 = 350\text{K}$  與  $T_2 = 300\text{K}$ 。假設平板表面的放射率 (emissivity) 為  $\varepsilon = 1$ ，平行平板間充滿空氣，已知空氣的熱導傳率為  $k = 0.02816 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，史蒂芬-波茲曼常數 (Stefan-Boltzmann constant) 為  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ 。
- (一)考慮熱傳導及熱輻射，分別求出平行平板間的傳導熱傳率及輻射熱傳率，以及總熱傳率。(15 分)
- (二)請問平板間實際的總熱傳率會比在(一)求出的總熱傳率大或小？說明其原因。(5 分)

- 四、膜狀冷凝 (film condensation) 與滴狀冷凝 (dropwise condensation) 的差別為何？那一種的熱傳較有效？(10分)
- 五、平均溫度  $80^{\circ}\text{C}$  的水以平均流速  $0.4\text{ m/s}$  流經一鋼管內，鋼管外表面吹過流速  $3\text{ m/s}$ ，溫度  $20^{\circ}\text{C}$  的空氣，方向與水的流向垂直。鋼管內直徑為  $D_i = 0.038\text{ m}$ ，外直徑為  $D_o = 0.048\text{ m}$ ，熱導傳率為  $k = 50\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，假設鋼管內的水流為完全發展流，已知鋼管內的對流熱傳係數為  $h_i = 2554\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。鋼管外表面的紐塞數 ( $Nu$ ) 可以用對流熱傳關聯式表示為  $Nu = (0.4Re^{0.5} + 0.06Re^{0.667})Pr^{0.4}$ ，其中  $Re$  為雷諾數， $Pr$  為普朗特數。空氣的運動黏滯率為  $\nu = 18.22 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$ ，熱導傳率為  $k = 0.0281\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ， $Pr = 0.703$ 。以鋼管外表面為基礎，求此過程的總包 (overall) 熱傳係數及單位管長的熱損失 (heat loss)。(20分)