

112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）、大地工程
技師考試分階段考試（第二階段考試）
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：機械工程技師
科 目：熱力學與熱傳學（包括熱機）
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、有一四氣缸四行程之汽油引擎以奧圖循環（Otto cycle）運轉，其每一氣缸之內直徑為 8 cm，活塞從下死點至上死點之行程距離為 10 cm，活塞在上死點時之氣缸容積為活塞在下死點時之氣缸容積的 1/10（餘隙容積為 10%）。若壓縮行程起始時之絕對壓力為 0.98 Bar，其溫度為 37°C，且設 $(C_p/C_v) = 1.4$ 。

試求：

(一)此四氣缸四行程汽油引擎之排氣量。(5 分)

(二)壓縮終止時之壓力。(5 分)

(三)壓縮終止時之溫度。(5 分)

二、有一卡諾循環熱機由 500°C 熱源吸入 300 kJ 之熱量，且在 30°C 時放出熱，試回答下列問題：

(一)若視其內流體為系統，請將此循環繪於 T-S（溫度-熵）圖上。(4 分)

(二)計算此系統所作的功及熱機之熱效率。(6 分)

(三)分別計算此系統 500°C 及 30°C 兩熱源之熵改變量。(5 分)

(四)以此例討論是否符合克勞斯不等式（Clausius Inequality）。(5 分)

三、有 1 公斤氫氣（分子量為 40）自壓力 $P_1 = 1.1$ Bar 及溫度 $T_1 = 20^\circ\text{C}$ ，依 $PV^{1.3} = C$ 壓縮到壓力 $P_2 = 6.6$ Bar，設氫氣的定壓比熱 C_p 值為 0.515 kJ/kg·K，試求：

(一)氫氣之比熱比（specific heat ratio）， $k(= C_p/C_v)$ 。(5 分)

(二)壓縮期間所作的功。(5 分)

(三)壓縮期間和外界交換的熱量。(5 分)

(四)壓縮期間氫氣的熵改變量。(5 分)

- 四、有一直徑 5.0 cm，外徑溫度保持為 300°C 的圓管暴露於溫度 20°C 的空氣中，其對流係數 $h = 3.0 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ 。
- (一)試計算此圓管覆蓋以絕熱材料石棉 [$k = 0.17 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$] 的絕熱臨界半徑 (critical radius of insulation)。(5 分)
 - (二)試求此圓管包覆絕熱臨界半徑厚度絕熱層時的單位長度之熱損失。(5 分)
 - (三)試求此圓管無絕熱層時，圓管外表面的單位長度熱損失。(5 分)
 - (四)請針對(二)(三)之結果分析，為何增加絕熱層反而增加熱損失？(5 分)
- 五、溫度為 25°C 之空氣，具有速度 10 m/s，流經一溫度保持 45°C 之平板，若空氣在 35°C 的物理性質為 $\nu = 16.4928 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 、 $k = 0.02685 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ 、 $Pr = 0.70624$ ，且流體以層流流經平板之紐塞數 (Nusselt number) 為 $Nu_x = 0.332 Re_x^{1/2} Pr^{1/3}$ ，另整個平板之平均熱對流係數為 $\bar{h} = 2h_{x=L}$ 。
- 試求：
- (一)離板前端 15 cm 之紐塞數。(5 分)
 - (二)平板前 15 cm，單位平板寬度之熱傳遞率。(10 分)
- 六、(一)請說明何謂臨界點 (臨界溫度)？(5 分)
- (二)請繪出凝固時會收縮之物質的壓力-溫度圖，並標出相關區域的名稱及臨界點之位置。(5 分)