

101年專門職業及技術人員高等考試建築師、技師、第2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：00850 全一頁

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)本試題之相關公式、物理常數、符號意義及設計參數未提及時，請自行合理推斷與假設。

- 一、氮氣流經絕熱長管，其半徑為 3 cm。長管入口處壓力及溫度 700 kPa，40°C，出口處壓力及溫度 300 kPa，20°C。試求氮氣入、出口處之速度。氮氣在室溫下的比熱 $c_p = 1.039 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ 。(15 分)
- 二、一絕熱渦輪機，以空氣為工作流體。其入口處壓力及溫度 600 kPa，400 K。出口處壓力及溫度 120 kPa，320 K。試求渦輪機之第二定律效率 (second-law efficiency)。環境溫度 $T_o = 20^\circ\text{C}$ 。空氣之物性如下：
比熱可視為定值 $c_p = 1.011 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ ，氣體常數 $R = 0.287 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ 。(20 分)
- 三、一理想冷空氣標準柴油循環 (cold-air-standard Diesel cycle)，在進入壓縮過程前之壓力及溫度 90 kPa，20°C，其壓縮比 20。假設此一循環之最高容許溫度不超過 2000 K，試求其熱效率及平均有效壓力。室溫下空氣之比熱 $c_p = 1.005 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ ， $c_v = 0.718 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ ，氣體常數 $R = 0.287 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ 。(20 分)
- 四、何謂對應態原理 (principle of corresponding states)？對應態原理的著名實例為 van der Waals 狀態方程式。試求此一方程式裡的兩個常數。(10 分)
- 五、經擠壓成型過程後的鋁導線（直徑為 4 mm）與外界冷空氣接觸。擠壓成型出口處導線溫度 350°C，外界空氣溫度 20°C，熱對流係數 (convective heat transfer coefficient) 30 W/(m²·°C)。假設擠壓成型鋁導線速度 10 m/min，試求距離擠壓成型出口處多遠，導線溫度會降至 100°C。鋁之物性如下：
密度 $\rho = 2702 \text{ kg/m}^3$ ，比熱 $c_p = 0.896 \text{ kJ/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$ ，熱傳導係數 $k = 236 \text{ W/(m}\cdot^\circ\text{C)}$ 。(20 分)
- 六、在一反向流雙管式熱交換器 (counter-flow double-pipe heat exchanger) 實驗中，質量流率 1.2 kg/s 的水經由內管（直徑 2 cm），從 20°C 被加熱到 80°C。加熱過程利用地熱水流經管殼，其入口溫度 150°C，質量流率 2 kg/s。熱交換器所使用的圓管管壁很薄，假設熱交換器之總熱傳遞係數 (overall heat transfer coefficient) 為 600 W/(m²·°C)，試分別以對數平均溫差 LMTD (Log Mean Temperature Difference) 法，及性能係數 (effectiveness) 和傳遞單位數 NTU (Number of Transfer Unit) 法，計算熱交換器所需長度。假設水及地熱水的比熱為定值 $c_p = 4.18 \text{ kJ/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$ 。(15 分)
熱交換器之性能係數和傳遞單位數 (Effectiveness-NTU) 之關係式如下：

$$\varepsilon = \frac{1 - \exp[-NTU(1-c)]}{1 - c \exp[-NTU(1-c)]}, \quad c = \frac{(\dot{m}c_p)_{\min}}{(\dot{m}c_p)_{\max}}$$