

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。

- 一、熱阻常應用於電腦散熱系統之初步設計，試說明熱傳三個基本模式（basic models）之定律，並以此定律表達熱阻值之數學式。（10 分）
- 二、有一 3 m 長之電線，其銅線（電阻為 $0.0209 \Omega/\text{m}$ ）直徑 2 mm，外包覆 3 mm 厚的絕緣橡膠（熱傳導係數為 0.2 W/mK ），此電線置放於溫度 25°C ，熱傳遞係數 $20 \text{ W/m}^2\text{K}$ 之環境。若忽略材料間的介面熱阻，當橡膠設計最高溫度是 125°C 時，請計算通電後電流不得超過多少安培。（10 分）
- 三、空氣（ $C_p = 1.01 \text{ kJ/kgK}$ ， $R = 0.287 \text{ kJ/kgK}$ ）在下列兩種絕熱膨脹過程是否可能發生？並請說明之。
- (一)由 500 kPa ， 127°C 膨脹至 250 kPa ， 77°C 。（5 分）
- (二)由 500 kPa ， 127°C 膨脹至 300 kPa ， 67°C 。（5 分）
- 四、焦爾-湯姆森係數（Joule-Thomson coefficient, μ_J ）之定義
- $$\mu_J = \left(\frac{\partial T}{\partial p} \right)_h$$
- (一)以熱力學關係式（可以用 $h(T,p)$ 和 $s(T,p)$ ）證明
- $$\mu_J = -\frac{1}{C_p} \left[v - T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \right] \quad (10 \text{ 分})$$
- (二)證明理想氣體之 $\mu_J = 0$ 。（5 分）
- (三)請以 p - T 圖說明 μ_J 正負值在節流過程中之物理意義。（5 分）
- 五、有一高溫能源庫（high-temperature reservoir, T_H ）供能量 400 kJ （ Q_H ）給一熱機，此熱機輸出功 140 kJ ，其未用熱能釋放至低溫能源庫（ T_L ）。試求此熱機最大可能輸出功和第二定律效率。（10 分）

（請接背面）

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）

六、氣輪機之動力循環中，空氣以 300 K，100 kPa 進入效率 88%之壓縮機，並以 620 kPa 流出後入燃燒室作等壓加熱，其所用燃料熱值是 44186 kJ/kg *fuel*，且燃料/空氣比是 0.017 kg *fuel*/kg *air*。若輪機的效率是 90%，試求每公斤空氣之輪機輸出功，壓縮機輸入功和循環熱效率。（可以採用 700 K 時空氣 $C_p = 1.065$ kJ/kgK，比熱常數比 $k = 1.4$ ）
(20 分)

七、有一柴油引擎之油冷卻器，使用反向雙管式熱交換器（counter-flow double-pipe heat exchanger）方式，以流量 0.12 kg/s，溫度 20°C 的水（ $C_p = 4176$ J/kgK）將流量 0.1 kg/s，溫度 120°C 的油（ $C_p = 2131$ J/kgK）冷卻至 60°C。若此交換器之熱效率是 95%，總熱傳遞係數是 400 W/m²K，外界溫度是 27°C。試計算：

(一)總熱傳面積。（10 分）

(二)此交換器之性能係數（effectiveness, ε ）和傳遞單位數（Number of transfer units, Ntu ）。
(5 分)

(三)熵之增加率（ $\frac{dS}{dt}$ ）。（5 分）