

109年專門職業及技術人員高等考試建築師、32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、
109年第二次專門職業及技術人員特種考試驗光人員考試試題

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、一卡諾循環以空氣為工作流體，等溫膨脹開始時空氣壓力為 0.6 MPa，溫度為 80°C，其容積為 0.1 m³，等溫膨脹結束時容積為 0.2 m³，絕熱膨脹結束時溫度為 -5°C，空氣之氣體常數為 0.287 kJ/kg°C，試計算：

(一)此循環每個過程（共四個過程）所作的功及熱傳量。(16 分)

(二)此循環的熱效率為若干？(4 分)

二、一流體以 2 kg/s 之質量流率流經一穩態穩流 (steady-state steady-flow) 系統，進口壓力為 400 kPa，密度為 5 kg/m³，此流體遵循 $PV^2 = \text{常數}$ ，並以無摩擦損失膨脹至 100 kPa 的出口壓力，且進出口間之高度及速度變化可以忽略不計，試求：

(一)出口處之比容。(5 分)

(二)功。(10 分)

(三)功率。(5 分)

三、有一條金屬線，直徑為 2 cm，內部有電流通過，發熱量為 500 kW/m³，金屬線外部以空氣來冷卻。已知空氣溫度為 20°C，空氣流速為 10 m/s，空氣之動力黏度為 1.85×10^{-5} kg/m·s，空氣與金屬線外壁間的 Nusselt 數可表示為 $Nu_d = 0.43 Re_d^{0.6} Pr^{0.4}$ ，金屬線與空氣的性質如下表：

	金屬線	空氣
$k(\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C})$	10	0.026
$\rho(\text{kg/m}^3)$	8200	1.2
$C_p(\text{J/kg} \cdot ^\circ\text{C})$	500	1000

試求：(每小題 10 分，共 20 分)

(一)空氣與金屬線外壁間的熱對流係數。

(二)金屬線表面溫度。

四、有一爐壁由內層為 30 公分厚之防火磚 ($k_b = 1.5 \text{ W/mK}$) 及外層為 1 cm 厚之鋼鐵 ($k_s = 44 \text{ W/mK}$) 所組成：(每小題 10 分，共 20 分)

(一)若內外兩層中間沒有間隙，內爐壁防火磚內層溫度為 1200°C ，鋼鐵外層表面溫度為 25°C ，試求其熱傳量？

(二)若兩層中間有間隙(假設為空氣， $k_{air} = 0.028 \text{ W/mK}$)且量測到實際熱傳量為 1100 W/m^2 ，試求此空氣間隙之厚度？

五、(一)何謂熱力學第零定律？試說明其重要性。(5 分)

(二)請繪出水之壓力-溫度圖，並標出三相點及臨界點之位置。(5 分)

六、請說明 Bi 數 (Biot number) 之定義及物理意義？(5 分) 亦請說明其與 Nu 數 (Nusselt number) 有何不同？(5 分)