

111年專門職業及技術人員高等考試建築師、
31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、DUP 公司合成新氣體，且以狀態方程式 $p + a/v^2 = RT/v$ 表達新工作介質，其中 p 為壓力， v 為比容， R 為氣體常數， T 為絕對溫度， a 為常數且 $a \geq 0$ ，試導出下列之結果：
- (一)請用數學式說明反轉線（Inversion Line）之條件為何？（5 分）
 - (二)請用數學式來說明具有冷凍效果之條件為何？（5 分）
 - (三)請推導焦耳湯姆生係數（Joule Thomson Coefficient） $\mu_J = ?$ 以 p, v, a 表示之。（10 分）
- 二、DEF 公司設計一新型引擎，其模型為理想氣體，採三循環過程，分別為等熵、等壓、等容之氣體動力循環，且初始狀態為 100 kPa，300 K，引擎最高壓力 1000 kPa、定壓比熱 $C_p = 1.005 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ，定容比熱 $C_v = 0.718 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ，試求下列之結果：
- (一)壓縮比值為多少？（5 分）
 - (二)最高溫度值為多少 $^{\circ}\text{C}$ ？（5 分）
 - (三)熱效率值為多少？（10 分）
- 三、資深發明家，宣稱已經發展一新型冰箱，可以穩定操作在室溫 25°C 與低溫 5°C 冷藏空間之中，且得到冷凍性能係數（COP）值為 15。試求下列之結果：
- (一)此發明是否符合熱力學第二定律？請以公式證明之。（10 分）
 - (二)此發明是否可以改變新型環保冷媒來提升其冷凍性能係數（COP）值符合熱力學第二定律？請以公式證明之。（10 分）

四、氣缸活塞裝置其工作介質為理想氣體，定壓比熱 $C_p = 1004.7 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ ，氣體常數 $R = 287 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ ，初始絕對壓力 400 kPa ，溫度 27°C ，容積為 1.0 m^3 。以 220 V 伏特通電 10 A 安培 1 min 之等壓加熱方式，在氣缸活塞裝置之中，考慮此過程散熱量為 3000 J ，試求：

(一)理想氣體最終溫度為多少 $^\circ\text{C}$ ？(10 分)

(二)理想氣體最終體積為多少 m^3 ？(10 分)

五、薄壁空心圓柱其長度 1 m 、直徑 0.5 m ，內裝 77 K 之液態氮，外包覆 25 mm 之細粉隔熱棉，其熱傳導係數 $k = 0.0017 \text{ W/mK}$ ，棉外受溫度 300 K 之空氣對流流動影響，而傳熱到空心圓柱內的液態氮中，考慮空氣之對流熱傳係數 $20 \text{ W/m}^2\text{K}$ ，且在空心圓柱上有一小孔來逃氮氣之用，考慮氮氣之蒸發潛熱為 $2 \times 10^5 \text{ J/kg}$ ，試求：

(一)空氣傳熱至液態氮之熱傳量為多少瓦 (W)？(10 分)

(二)每天逃氮氣量有多少 kg ？(10 分)