

112年公務、關務人員升官等考試、112年
交通事業鐵路、港務人員升資考試試題

等 級：薦任
類科(別)：物理
科 目：熱物理
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(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、考慮一密閉容器內有 n 莫耳理想氣體，其狀態方程式為： $PV = nRT$ ，且在可逆過程中，遵守熱力學第一定律： $dQ = TdS = dU + PdV$ 。其中 S 為 n 莫耳理想氣體的熵。

(一)若理想氣體的總內能 $U = \frac{f}{2}nRT$ ， f 為一常數。證明定容比熱

$$c_v = \frac{1}{n} \left(\frac{dQ}{dT} \right)_v = \frac{fR}{2} \text{ 且 } \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = 0 \text{。 (10 分)}$$

(二)根據定義，定壓比熱 $c_p = \frac{1}{n} \left(\frac{dQ}{dT} \right)_p$ ，則 $c_p - c_v = ?$ (15 分)

(三)處於平衡態的 n 莫耳理想氣體，初始壓力與溫度分別為 p_0 與 T_0 。經由可逆絕熱過程到達另一平衡態，其壓力為 p ，溫度為 θ 。證明

$$\theta = T_0 \left(\frac{p}{p_0} \right)^{R/c_p} \text{。 (15 分)}$$

二、考慮以下熱引擎的可逆循環過程： $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ 。其中 $a \rightarrow b$ 為等溫膨脹過程，溫度為 T_H ； $b \rightarrow c$ 為絕熱膨脹過程； $c \rightarrow d$ 為等溫壓縮過程，溫度為 T_L ； $d \rightarrow a$ 為絕熱壓縮過程。在可逆過程中遵守熱力學第一定律：

$$dQ = TdS = dU + dW \text{。設熱引擎效率為 } e_c \text{，證明： } e_c = 1 - \frac{T_L}{T_H} \text{。 (40 分)}$$

三、考慮一體積為 V ，氣體總壓為 p 的濕空氣塊。其中水氣分壓為 e ，乾空氣分壓為 p_d 。水氣遵循以下狀態方程式： $e = \rho_v R_v T$ ；乾空氣遵循以下狀態方程式： $p_d = \rho_d R_d T$ ，其中 ρ_v 與 ρ_d 分別為水氣密度與乾空氣密度； R_v 與 R_d 分別為水氣氣體常數密度與乾空氣氣體常數， T 為溫度。飽和水氣壓為 e_s 。此空氣塊遵循以下方程式 $p = \rho R_d T_v$ ，其中 ρ 為濕空氣塊密度， T_v

為虛溫，壓力 $p = p_d + e$ 。證明： $T_v = \frac{T}{1 - \frac{e}{p} \left(1 - \frac{R_d}{R_v} \right)}$ 。(20 分)