

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：航空工程技師
科 目：航空發動機
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、考慮準一維流 (quasi-one dimensional flow)，請依據動量方程式 (momentum equation)， $\rho u du = -dp$ ，及連續方程式 (continuity equation)，

$$\frac{dA}{A} + \frac{d\rho}{\rho} + \frac{du}{u} = 0 : (\text{每小題 10 分，共 20 分})$$

(一)請推導準一維流的面積與馬赫數 (Mach number) 的關係式：

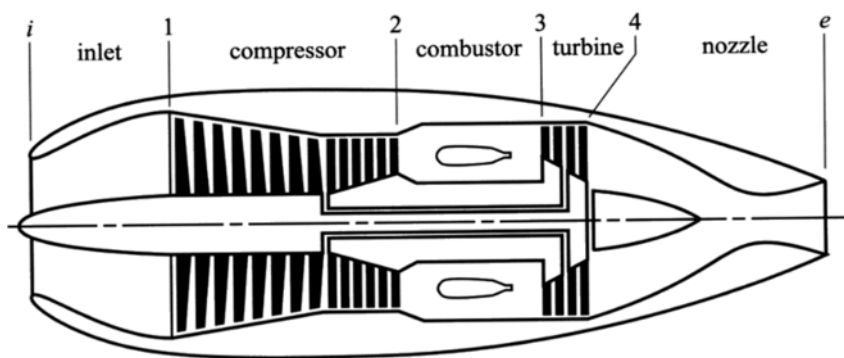
$$\frac{dA}{A} = (M^2 - 1) \frac{du}{u}$$

(二)請說明在噴射發動機的流場中，那一部分可以用面積與馬赫數的關係式來描述流場的現象。

二、正震波 (normal shock) 前的氣流與後的氣流速率可以分別用符號 u_1 及 u_2 來表示，這兩者的乘積可以用 $u_1 u_2 = a^{*2}$ 關係來表示，其中 a^* 為特徵音速 (characteristic speed of sound)。請問這個關係式如何描述正震波前後氣流的馬赫數關係？(10 分)

三、請問漸縮漸闊噴嘴 (convergent-divergent nozzle) 出口外的氣壓對於離開噴嘴的氣流有何影響？(10 分)

四、一具理想的噴射發動機於標準大氣下在三萬英尺（氣溫： $T = 228.80\text{ K}$ ；氣壓： $p = 3.0149 \times 10^4\text{ Nt/m}^2$ ；密度： $\rho = 0.459\text{ kg/m}^3$ ；音速： $a = 303.23\text{ m/sec}$ ）操作，假設飛行馬赫數為 0.6。下圖為該發動機的簡圖，圖中並列出發動機各站的標號。



理想的循環分析（ideal cycle analysis）假設發動機的工作流體為空氣，並依循著理想氣體定律（ideal gas law）：氣體常數 $R = 287\text{ J/kg}\cdot\text{K}$ ，其比熱比（ratio of specific heats）： $\gamma = 1.4$ 。請依據下列步驟計算：（每小題 10 分，共 60 分）

- (一)假設氣流由自由流進入壓縮器入口為等熵流（isentropic flow, $p_2/p_1 = (T_2/T_1)^{\gamma/(\gamma-1)}$ ），請計算壓縮器入口的氣流全溫（total temperature, T_{01} ）及全壓（total pressure, p_{01} ）。
- (二)假設氣流在壓縮器內也視為等熵流，壓縮比 $p_{02}/p_{01} = 10$ ，請計算壓縮器出口的氣流全溫（total temperature, T_{02} ）及全壓（total pressure, p_{02} ）。
- (三)假設氣流在燃燒室內是等全壓（constant total pressure）燃燒，並且忽略燃油流量，若渦輪段入口溫度限制為 1667 K ，請計算燃油燃燒使空氣增加的度數。
- (四)假設空氣動渦輪做的功直接傳動到壓縮器沒有任何的損耗，請計算離開渦輪段氣流的全溫及全壓。
- (五)假設氣流在噴嘴是等熵膨脹（isentropic expansion），請計算噴嘴出口的氣流馬赫數。
- (六)最後請計算這具發動機在這個操作狀況下的比推（specific thrust）。