

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：空氣動力學
考試時間：2小時

座號：_____

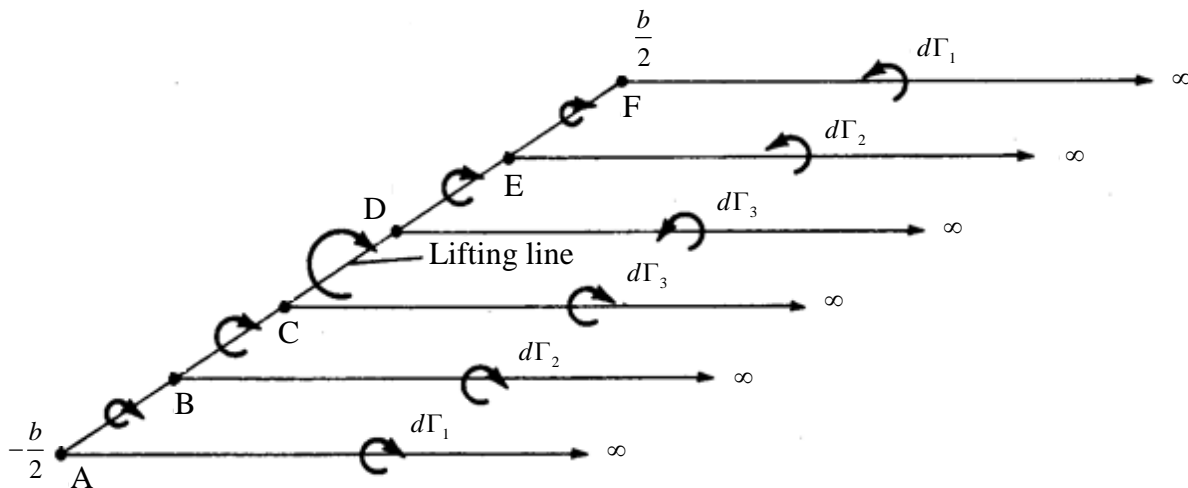
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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、考慮一機翼在不可壓縮 (incompressible)、非黏性流體 (inviscid) 及非旋流 (irrotational flow) 之定常流場 (steady flow) 中，自由流速度為 40 m/s，機翼表面上某一給定點位置的速度為 60 m/s，計算該點的壓力係數 (pressure coefficient)。(10 分)
- 二、相對於流線形的形狀 (例如機翼) 相比，圓柱體 (cylinder) 形狀的阻力非常高。對此機翼可以作為整流罩，用以包圍圓柱體以減小阻力。考慮一最大厚度為弦長的百分之十 (maximum thickness/chord= $t/c=0.1$) 的翼剖面形狀整流罩 (airfoil-shaped fair)，與一直徑(d)等於翼剖面形狀整流罩最大厚度 (maximum thickness, t) 的圓柱體同在相同自由流速度 (free stream velocity) 的流場中，且此圓柱體與翼剖面整流罩的阻力係數分別為 1.2 及 0.012，試計算此時二者 (圓柱體阻力 / 翼剖面整流罩阻力) 的阻力大小比。(10 分)
- 三、請應用不可壓縮流二維薄翼理論分析計算攻角 (angle of attack) 1.5° 時薄對稱機翼空氣動力學特徵相關結果，回答下列問題：
(每小題 5 分，共 20 分)
 - (一)薄對稱機翼之升力曲線斜率 (lift slope, $dC_l/d\alpha$)
 - (二)攻角 1.5° 時升力係數 (lift coefficient)
 - (三)相對於四分之一弦長位置參考點的力矩係數 (moment coefficient about quarter chord)
 - (四)相對於翼前緣的力矩係數 (moment coefficient about leading edge)

四、請應用不可壓縮流之有限翼升力線理論 (finite wing lifting line theory)，考慮下圖中三對馬蹄形渦流線 (horseshoe vortex filaments)，三對馬蹄形渦流線 ($\infty AF\infty$ 、 $\infty BE\infty$ 及 $\infty CD\infty$) 強度分別為 $d\Gamma_1$ ， $d\Gamma_2$ 和 $d\Gamma_3$ ，找出升力線沿 $-b/2 < y < b/2$ 上每個線段 AB，BC，CD，DE，EF 的渦流線強度。(20 分)



五、三維勢流理論 (3D potential flow theory) 中，關於三維源流 (3D source flow) 流場，請回答下列問題：(每小題 10 分，共 20 分)

(一) 考慮三維源流強度為 c ，請寫出三維源流於球狀座標 (spherical coordinate) 系統的速度場 $\vec{V}(r, \theta, \phi) = V_r \hat{r} + V_\theta \hat{\theta} + V_\phi \hat{\phi}$

(二) 請證明三維源流是否為不可壓縮流？

提示：球狀座標系統

$$\nabla \cdot \vec{V} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 V_r) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} (V_\theta \sin \theta) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial V_\phi}{\partial \phi}$$

$$\nabla \times \vec{V} = \frac{1}{r \sin \theta} \left(\frac{\partial (V_\phi \sin \theta)}{\partial \theta} - \frac{\partial V_\theta}{\partial \phi} \right) \hat{r} + \frac{1}{r} \left(\frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial V_r}{\partial \phi} - \frac{\partial (r V_\phi)}{\partial r} \right) \hat{\theta} + \frac{1}{r} \left(\frac{\partial (r V_\theta)}{\partial r} - \frac{\partial V_r}{\partial \theta} \right) \hat{\phi}$$

六、對於絕熱的非等熵流 (adiabatic non-isentropic flow)，點 1 和點 2 在同一條路徑線 (pathline) 上。點 1 和點 2 之間的全壓 (total pressure)，全溫 (total temperature)，全密度 (total density) 及全焓 (total enthalpy) 流體特性分別表示為點 1 (P_{01} ， T_{01} ， ρ_{01} ， h_{01}) 和點 2 (P_{02} ， T_{02} ， ρ_{02} ， h_{02})。其中下標 0 代表靜滯點 (stagnation) 之性質，下標 1 及 2 代表點 1 和點 2，請回答下列問題：(每小題 5 分，共 20 分)

- (一) 點 1 和點 2 之全壓 P_{01} 及 P_{02} 是否相等？
- (二) 點 1 和點 2 之全溫 T_{01} 及 T_{02} 是否相等？
- (三) 點 1 和點 2 之全密度 ρ_{01} 及 ρ_{02} 是否相等？
- (四) 點 1 和點 2 之全焓 h_{01} 及 h_{02} 是否相等？