

※ 考生請注意：本試題不可使用計算機。請於答案卷(卡)作答，於本試題紙上作答者，不予計分。

1. [18%]請解釋下列名詞：馬赫數(Mach number)、雷諾數(Reynolds number)、流動分離(Flow separation)、升力係數(Lift coefficient)、阻力係數(Drag coefficient)、不可壓縮流(Incompressible flow)、黏滯性流體(Viscous fluid)、停滯點(Stagnation point)、帕斯卡定律(Pascal law)。
2. [10%]在 2D 流線座標系統(Streamline coordinate)，已知沿著某一流線流體顆粒速度為  $\mathbf{v} = V\hat{s}$ ，請導出該顆粒加速度  $\mathbf{a} = V\partial V/\partial s\hat{s} + V^2/R\hat{n}$ 。(  $\hat{s}$  和  $\hat{n}$  為分別平行和垂直流線之單位向量、R 是某一流線之曲率半徑)
3. [20%]陳述(state)並解釋(explain)雷諾傳輸定律(RTT; Reynolds transport theorem)，並說明解釋 RTT 應用在質量及動量守恆之推導。
4. [10%]The velocity in a certain two-dimensional flow field is given by the equation:  $V = 2xt\hat{i} - 2yt\hat{j}$ , where the velocity is in m/s when x, y, and t are in meters and seconds, respectively. Determine expressions for the local and convective components of acceleration in the x and y directions. What is the magnitude and direction of the velocity and the acceleration at the point  $x = y = 0.6\text{ m}$  at the time  $t = 0$ ?
5. [5%]Determine an expression for the vorticity of the flow field described by  $V = -xy^3\hat{i} + y^4\hat{j}$ . Is the flow irrotational?
6. [15%]請由二維之 Navier-Stokes 方程式，保留適當的項，導出 Bernoulli 方程式(白努力方程式)
7. [22%]紊流邊界層之特性
  - (a) [2%]請描述紊流邊界層之平均速度剖面圖 (請定義水平及垂直方向座標)。
  - (b) [4%]在(a)中，平均速度剖面可用哪種方程式來表示(至少舉例兩種，並且定義在方程式所使用之變數，例如： $u_*$  為摩擦速度)。
  - (c) [4%]陳述(state)雷諾應力(Reynolds stress)及動量通量(momentum flux)。
  - (d) [3%]解釋(explain)雷諾應力(Reynolds stress)是如何導出，其負號(-：數學符號)是從何處衍生而來。
  - (e) [4%]解釋(explain)為何在邊界層中流體速度離壁面越近變得越小，離壁面越遠速度變大。
  - (f) [5%]在紊流邊界層中，請陳述(state)哪一些雷諾應力(Reynolds stress)分量恆正  $> 0$  (也就是動量通量(momentum flux)分量恆負  $< 0$ )，並且解釋其物理意義。