- Para cualquier consulta diríjanse a:

Jose L. Castillo Gimeno	Tel.: 91 398 7122	email: castillo@dfmf.uned.es
Pedro L. García Ybarra	Tel.: 91 398 6743	email: pgybarra@dfmf.uned.es
Manuel Arias Zugasti	Tel.: 91 398 7127	email: maz@dfmf.uned.es

TEST (0,5 puntos cada una)

1. En el tensor de velocidad de deformación

   a) la parte antisimétrica determina si el flujo es compresible o incompresible.

   b) la parte antisimétrica determina la velocidad angular de la partícula fluida repecto a sí misma.

   c) la parte antisimétrica es nula por definición.

   d) ninguna de las anteriores. Tema 1, pag28

2. El número de Strouhal mide

   a) la intensidad de las fuerzas de presión respecto a las debidas al término inestacionario.

   b) la intensidad de las fuerzas viscosas respecto a las debidas al término inestacionario.

   c) la intensidad de las fuerzas de inercia respecto a las debidas al término inestacionario. Tema 2, pag35

   d) la intensidad de las fuerzas debidas al término inestacionario frente a las gravitatorias.

3. Sean dos capas de distintos líquidos de igual profundidad, para una longitud de onda dada la velocidad de propagación de las ondas de gravitación es

   a) mayor en el fluido más viscoso.

   b) mayor en el fluido menos viscoso. Tema 1, pag24

   c) la misma en ambos, pues para determinar la velocidad puede tomarse el fluido como ideal.

   d) Ninguna de las anteriores.

4. Si en un fluido el flujo de calor es del mismo orden de magnitud que el flujo de momento

   a) el número de Prandtl es de orden unidad. Tema 5, pag141

   b) el producto del número de Prandtl por el número de Reynolds es de orden unidad.

   c) el número de Reynolds es de orden unidad.

   d) el número de Nusselt es de orden unidad.

   e) ninguna de las anteriores.

CUESTIONES (2 puntos cada una)

Tema 6, pag168

1. Escribir el vector de densidad de flujo de masa para el caso de un fluido bicomponente, explicando el significado físico de cada uno de sus términos.

2. Escriba las condiciones de contorno que debe verificar el potencial de velocidades correspondiente al flujo de un fluido incompresible no viscoso que pasa alrededor de un cilindro circular de radio R con velocidad uniforme U a distancias lejanas del cilindro. Demuéstrese que la función en coordenadas polares (en el plano perpendicular al eje del cilindro) Tema 1, pag17

$$\Psi = U\left(r + \frac{R^2}{r}\right)\cos\theta$$

es una función potencial que además verifica las condiciones de contorno anteriores.

Téngase en cuenta que en coordenadas polares el laplaciano y el gradiente en 2 dimensiones están dados por

$$\Delta\Psi = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial\Psi}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2\Psi}{\partial\theta^2}$$

$$\boldsymbol{\nabla}\Psi = \frac{\partial\Psi}{\partial r}\boldsymbol{u}_r + \frac{1}{r}\frac{\partial\Psi}{\partial\theta}\boldsymbol{u}_\theta$$

PROBLEMA (4 puntos)

Tema 5, pag146

Consideramos un flujo laminar, estacionario e incompresible a lo largo de una tubería de sección circular con radio R. Consideramos que el flujo tiene la dirección del eje de la tubería.

a. Escriba las ecuaciones y condiciones de contorno del problema.

b. Calcule el campo de velocidades y de presiones suponiendo que la presión disminuye con la longitud a lo largo de la tubería (coordenada z) de manera lineal, y que permanece constante en planos normales a la longitud de la tubería.

c. Escriba la ecuación de transferencia térmica incluyendo el término de calentamiento debido a la fricción viscosa.

d. Suponiendo que las pareces de la tubería se mantienen a temperatura constante T_0, calcule el campo de temperaturas que se alcanza en condiciones estacionarias.

NOTA:

- Gradiente y divergencia en coordenadas cilíndricas

$$\boldsymbol{\nabla} f = \left(\frac{\partial f}{\partial r}, \frac{1}{r}\frac{\partial f}{\partial\theta}, \frac{\partial f}{\partial z}\right)$$

$$\boldsymbol{\nabla}\cdot\boldsymbol{A} = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(rA_r) + \frac{1}{r}\frac{\partial A_\theta}{\partial\theta} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$$

- Divergencia del tensor de tensiones viscosas en coordenadas cilíndricas

$$\mu\,[\quad \begin{aligned} &\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial v_r}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 v_r}{\partial\theta^2} + \frac{\partial^2 v_r}{\partial z^2} - \frac{2}{r^2}\frac{\partial v_\theta}{\partial\theta} - \frac{v_r}{r^2}, \\ &\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial v_\theta}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 v_\theta}{\partial\theta^2} + \frac{\partial^2 v_\theta}{\partial z^2} + \frac{2}{r^2}\frac{\partial v_r}{\partial\theta} - \frac{v_\theta}{r^2}, \\ &\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial v_z}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 v_z}{\partial\theta^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} \quad] \end{aligned}$$

- Función de disipación de Rayleigh en coordenadas cartesianas (término de calentamiento debido a rozamiento viscoso)

$$\Phi = \frac{\mu}{2\rho c_p}\left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i}\right)^2$$