Segundo parcial (22 de noviembre de 2016)

Problema 1

Un tubo Pitot se utiliza para medir la velocidad de vuelo de un avión super-sónico. En la Fig. 1 se representa el tubo Pitot utilizado. La punta del tubo se encuentra *redondeada* para que la onda de choque se desplace hacia delante del tubo una distancia d (ver Fig. 1). Se sabe que en el orificio del tubo, la presión es p_s y la temperatura T_s.

(a) Obtenga el número de Mach M_2 para el fluido detrás del frente de choque, como función del número de Mach del lado sin perturbar M_1. Suponga que el gas tiene exponente adiabático γ.

(b) Determine la presión p_2 y la densidad ρ_2 del fluido inmedatamente detrás del frente a partir de la presión p_s y la temperatura T_s. Considere que la velocidad en el orificio del tubo es prácticamente la de reposo.

(c) Escriba el número de Mach M_1 como función de p_s y la presión del lado sin perturbar p_1.

(d) Indique cómo calcularía la velocidad del sonido del lado sin perturbar c_1 y la velocidad u_1, a partir del cómputo de M_1 según el punto anterior.

Problema 2

Por el interior de un cilindro vertical circula un fluido de densidad ρ y viscosidad dinámica μ, según se muestra en la Fig. 2. El caudal es ascendente y constante, de tal forma que se produce un desborde estacionario. Como resultado del desborde, se genera una capa muy delgada de fluido cayendo por la superficie exterior del cilindro (ver Fig. 2). El espesor de la capa es $d \ll a$ (radio exterior del cilindro). Suponiendo que el flujo es laminar, determinar

(a) El campo de velocidades en la lámina descendente del fluido, lejos del borde del cilindro (¿por qué?). Justifique todas sus hipótesis.

(b) El caudal que fluye por el interior de la tubería como función de los parámetros del fluido, y de a y d.

(c) Compare los resultados de los puntos anteriores con aquellos que se obtendrían por aplicación del teorema π.

Problema 3

Un fluido ideal de densidad ρ se desliza sobre un plano inclinado de ángulo α, como se muestra en la Fig. 3. En el instante inicial $t = 0$, el fluido se encuentra en reposo. Sin embargo, se lo perturba súbitamente de manera que se observan ondas de pequeña amplitud en su superficie. Considere entonces el movimiento del fluido como la superposición de un movimiento *no oscilante*, paralelo al plano inclinado, más una oscilación de pequeña amplitud (en sentido perpendicular al plano inclinado).

(a) Determine el potencial y el campo de velocidades correspondiente al movimiento no oscilatorio. Aclare qué condiciones de contorno se deben satisfacer.

(b) Determine el campo de velocidades de pequeña oscilación. Aclare también qué condiciones de contorno se deben satisfacer.

(c) Deduzca cómo debe ser la trayectoria de un elemento de fluido. Grafique cualitativamente.

Figuras

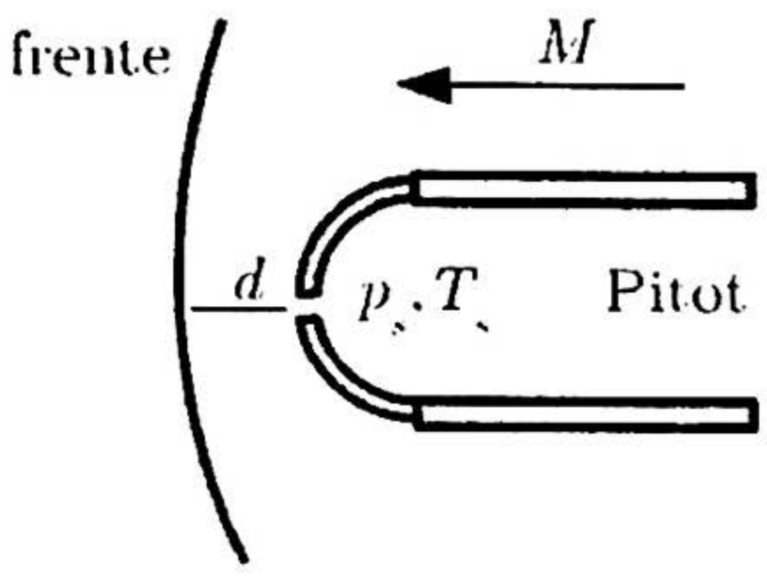

Figura 1

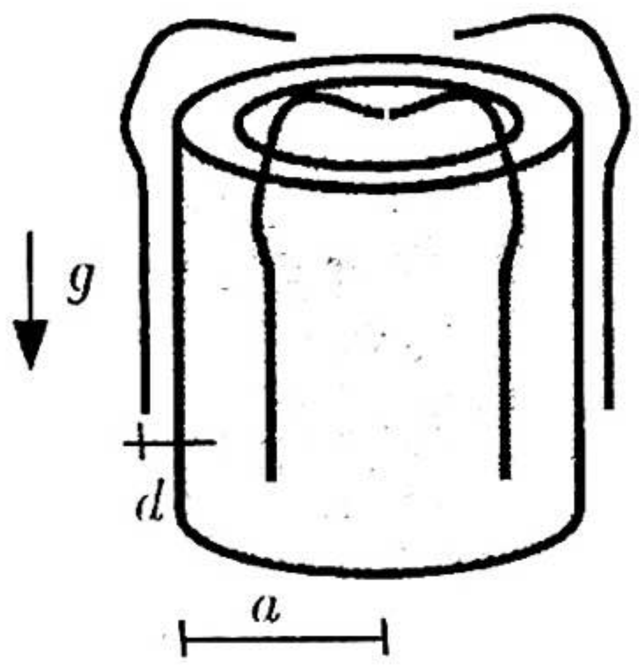

Figura 2

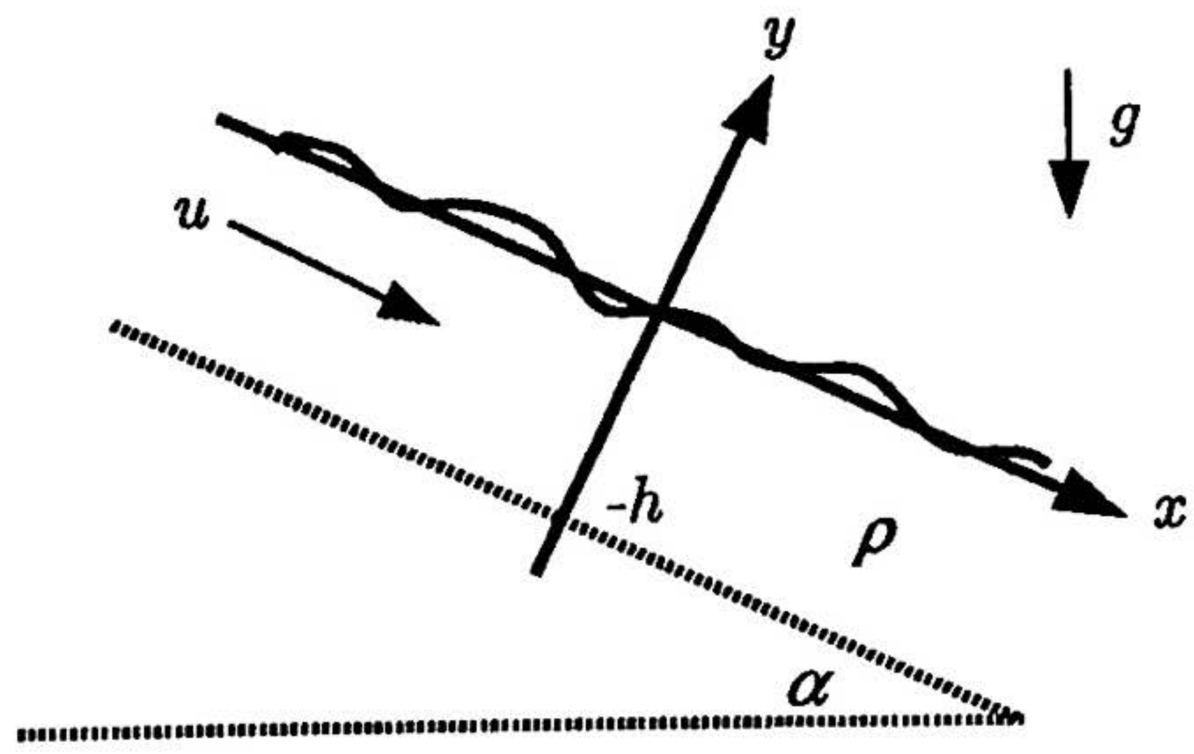

Figura 3

Fórmulas útiles

$$\text{gas ideal} \left\{ \begin{array}{rcl} p &=& \rho R T = \dfrac{\gamma - 1}{\gamma}\, c_p \rho T \\[2ex] p\rho^{-\gamma} &=& p_* \rho_*^{-\gamma} \\[2ex] c^2 &=& \gamma \dfrac{p}{\rho} \\[2ex] \dfrac{T_*}{T} &=& \left(\dfrac{p_*}{p}\right)^{(\gamma-1)/\gamma} \end{array} \right. \qquad (1)$$