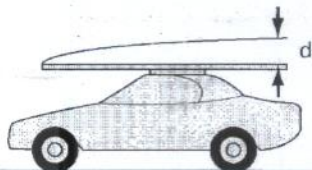


## EJERCICIOS MECÁNICA DE FLUIDOS II

- 1) Suponga que adquiere una lámina de madera contrachapada de 1,22 por 2,44 m y la coloca en el techo de su automóvil como se muestra en la figura. Conduce a 15,6 m/s.
- (a) Suponiendo que el tablero está perfectamente alineado con la corriente, ¿de qué espesor es la capa límite al final del tablero? (b) Estime la resistencia sobre el tablero si la capa límite permanece laminar. (c) Estime la resistencia del tablero si la capa límite es turbulenta (suponga que la madera es lisa), y compare los resultados con los de la capa límite laminar.



### Solución

#### Enunciado:

$$b = 1,22 \text{ m}$$

$$L = 2,44 \text{ m}$$

$$U = 15,6 \text{ m/s}$$

$$a) \delta_{(L)} = ?$$

$$b) D_{\text{Lam}} = ?$$

$$c) D_{\text{Turb}} = ?$$

#### Ec. Básicas:

$$\frac{\delta}{x} = \frac{5,0}{Re_x^{1/2}} \text{ (Lam.)}$$

$$\frac{\delta}{x} = \frac{0,16}{Re_x^{1/7}} \text{ (Turb.)}$$

$$D = C_D \frac{\rho}{2} U^2 A$$

$$C_D = \frac{1,328}{Re_L^{1/2}} \text{ (Lam.)}$$

$$C_D = \frac{0,031}{Re_L^{1/7}} \text{ (Turb.)}$$

#### Consideraciones:

- Madera es lisa (No consideramos la rugosidad)

#### Propiedades:

$$\rho_{\text{aire}} = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_{\text{aire}} = 1,8 \times 10^{-5} \frac{\text{N}\cdot\text{s}}{\text{m}^2}$$

$$(T = 20^\circ\text{C}, \text{Tabla A.2})$$

#### Análisis:

Calculamos  $Re_L$ :

$$Re_L = \frac{\rho U L}{\mu}$$

$$Re_L = \frac{(1,2)(15,6)(2,44)}{1,8 \times 10^{-5}}$$

$$Re_L = 2,55 \times 10^6$$

Como la madera es lisa, la transición a capa límite turbulenta podría darse a  $Re_x = 3 \times 10^6$ , por lo tanto la capa límite puede ser tanto laminar como turbulenta por lo que su espesor debe calcularse para

ambos regímenes.

Laminar:

$$\frac{\delta}{L} = \frac{\delta}{2,44} = \frac{5,0}{\sqrt{2,55 \times 10^6}} \Rightarrow \delta = 0,00765 \text{ m}$$

Turbulenta:

$$\frac{\delta}{L} = \frac{\delta}{2,44} = \frac{0,16}{(2,55 \times 10^6)^{1/7}} \Rightarrow \delta = 0,047 \text{ m}$$

(Resp. a)

b) El aire fluye por ambas caras de la lámina, por lo tanto el área apropiada para calcular la resistencia es  $A = 2bL$

$$D_{\text{Lam}} = \left( \frac{1,328}{\sqrt{2,55 \times 10^6}} \right) \frac{(1,2)}{2} (15,6)^2 (2 \times 1,22 \times 2,44)$$

$$D_{\text{Lam}} = 0,73 \text{ N} \quad \text{(Resp. b)}$$

$$c) D_{\text{Turb}} = \left( \frac{0,031}{(2,55 \times 10^6)^{1/7}} \right) \left( \frac{1,2}{2} \right) (15,6)^2 (2 \times 1,22 \times 2,44)$$

$$D_{\text{Turb}} = 3,3 \text{ N} \quad \text{(Resp. c)}$$

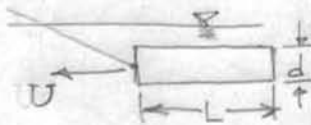
Comparación:

La fuerza de arrastre turbulenta es más grande que la laminar.

- 2) Un barco arrastra un cilindro, de 2 m de diámetro y 16 m de longitud, sumergido en agua dulce a 20 °C con una velocidad de 5 m/s. Estime la potencia necesaria, en kW, para arrastrar el cilindro si éste está paralelo a la dirección del movimiento.

### SOLUCIÓN:

Enunciado:



$$\dot{W} = ?$$

Ec. básicas:

$$D = C_D \frac{\rho}{2} U^2 A$$

$$P = F \cdot V$$

Consideraciones:

- El cilindro se mueve paralelo a su eje, por lo tanto, la longitud característica a considerar para calcular  $Re_x$  debe ser su largo, y el área a considerar para el cálculo del Arrastre debe ser el área frontal.

Propiedades:

$$\rho_{\text{agua}} = 998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} @ 20^\circ\text{C}$$

$$\mu_{\text{agua}} = 0,001 \frac{\text{N}\cdot\text{s}}{\text{m}^2} @ 20^\circ\text{C}$$

Análisis:

Por ser un cuerpo tridimensional, primero calculamos  $Re_L$  para verificar si podemos utilizar la Tabla 7.3 para obtener  $C_D$ :

$$Re_L = \frac{(998)(5)(16)}{0,001}$$

$$Re_L \approx 8 \times 10^7$$

$Re_L > 10^4 \Rightarrow$  Si podemos utilizar la tabla.

En la tabla podemos buscar el valor de  $C_D$  entrando con el valor  $\frac{L}{d}$  para nuestro cilindro:

$$\frac{L}{d} = \frac{16}{2} = 8$$

$$\Rightarrow C_D = 0,99$$

Luego:

$$D = (0,99) \left( \frac{998}{2} \right) (5)^2 \left( \frac{\pi}{4} 2^2 \right)$$

$$D = 38800 \text{ N}$$

Finalmente:

$$P = D \cdot U = (38800)(5)$$

$$P = 194 \text{ kW}$$