



Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas
e Ingeniería

MECÁNICA DE LOS FLUIDOS

EJERCICIOS ADICIONALES

CLASES TEÓRICAS

CAPA LÍMITE

2014



UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA - SANTA MARÍA DE LOS BUENOS AIRES
FACULTAD DE FISICOMATEMÁTICAS E INGENIERÍA
CÁTEDRA DE MECÁNICA DE FLUIDOS

GUIA TEÓRICA 5: CAPA LÍMITE

Problema 1

Una placa rectangular lisa de 0.60 m de anchura por 24 m de longitud se mueve a una velocidad de 12.0 m/seg en la dirección de su longitud a través de una masa de aceite. Calcular:

- La resistencia sobre la placa y el espesor de la capa limite en el borde de salida.
- ¿Sobre qué longitud de la placa se mantiene la capa limite laminar?

Utilizar la viscosidad dinámica = $1,49 \times 10^{-1}$ kg/m.seg y $\rho = 850$ kg/m³.

Rta: a) 5526,5 N; 497,6 mm ; b) 14,6m

Problema 2

Plantear la ecuación diferencial para la posición $y(t)$ en la caída vertical de una esfera de masa M y diámetro D , considerando el peso propio y la resistencia del aire, para grandes números de Reynolds (donde no es válido el criterio de flujo de Stokes). Calcular la velocidad terminal, suponiendo un C_d constante (buena aproximación entre Re 10^3 y 10^5)

Rta: $V_f = [(8.g.M)/(\pi.\rho.C_d.d^2)]^{1/2}$

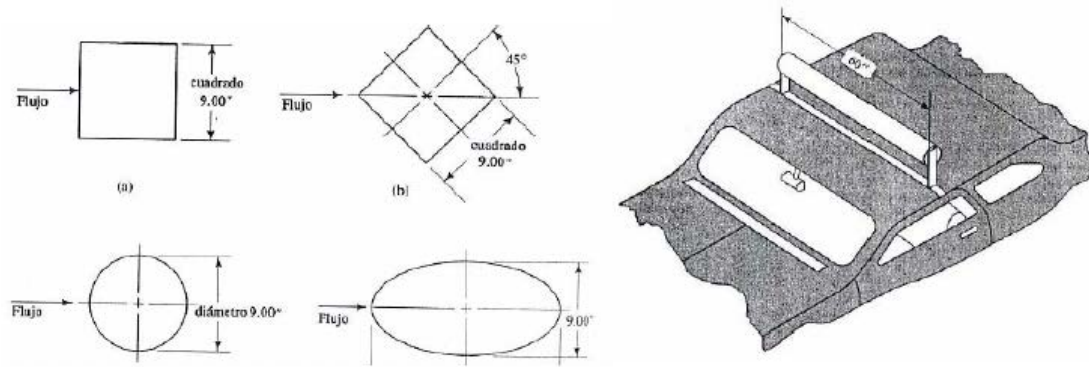
Problema 3

En el viscosímetro de Stokes se usa la relación $D=3\pi dV\mu$ (Ley de Stokes) donde d es el diámetro de la esfera, V la velocidad relativa del fluido y μ la viscosidad. Deducir de esta expresión el valor del C_D de una esfera para $Re < 1$.

Rta: $C_d = 24/Re$

Problema 4

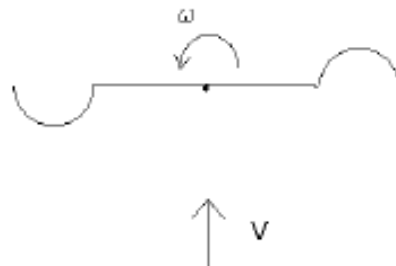
Se debe diseñar el cartel de publicidad de un auto, para el cual se proponen las siguientes cuatro geometrías. Determinar cuál es la óptima.



Problema 5

La figura muestra un anemómetro de copas compuesto por dos cáscaras semiesféricas de 5 cm. de diámetro conectadas al eje por una varilla de longitud total 30 cm.

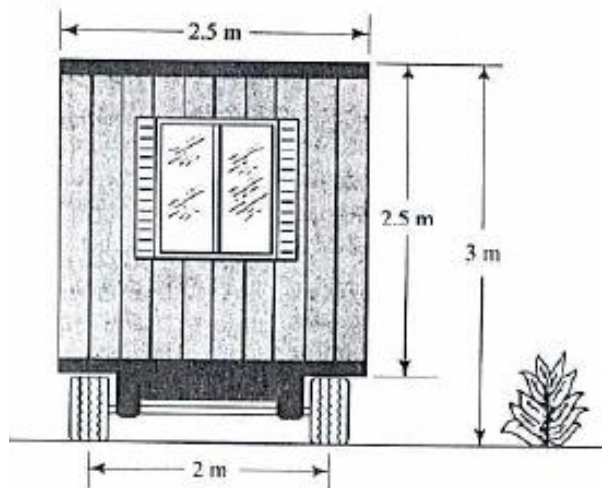
- a) ¿Cuánto vale la cupla si el anemómetro está fijo ($\omega = 0$), con una velocidad de viento de 20 m/s?
- b) Deducir una expresión que vincule la velocidad de rotación con la velocidad del viento incidente para que la cupla total en la posición mostrada en la figura sea = 0. (Recordar que la resistencia de un cuerpo depende de la velocidad relativa del viento). Despreciar la resistencia aerodinámica de la varilla. Si el eje central se opone con un momento de 0.004 N.m, constante, graficar la curva de velocidad de rotación (ω) vs velocidad del viento (U) para $0 < U < 25$ m/seg.



Rta: a) $M = 0,081 \text{ Nm}$; b) $\omega = 1,733U$

Problema 6

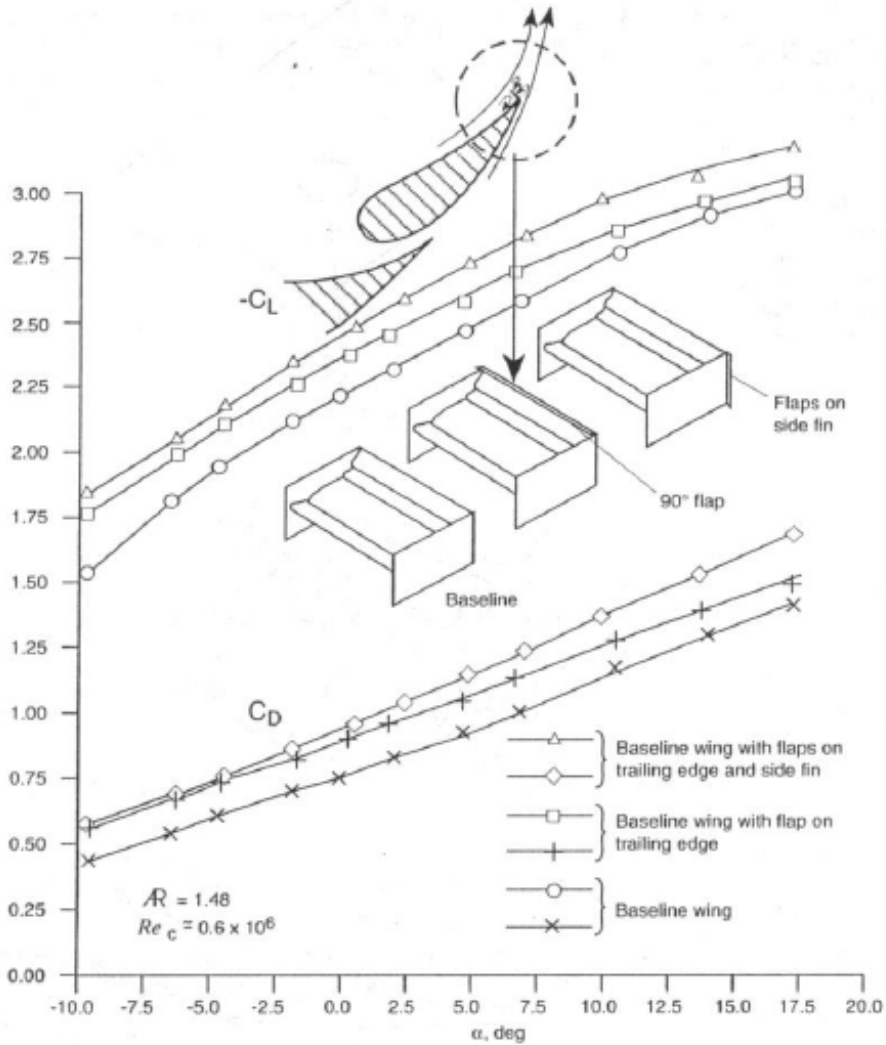
El vagón de ferrocarril que se muestra en la figura pesa 20 toneladas y mide 13 mts. de largo, se mueve sobre una vía cuyos rieles están separados 2 m. ¿Qué velocidad lateral de viento lo hará volcarse? El aire está a 15°C.



Problema 7

Calcular en N y kgf. el empuje y la resistencia obtenidos utilizando la configuración de alerón ranurado con flap a 90° de la figura, de 40 cm de cuerda y 80 cm de ancho, suponiendo flujo bidimensional, a 200 km/h, con ángulo de ataque 5 y 8 grados.

Si el auto tiene un área frontal de 1 m² y un C_d de 0.3 basado en esa área, ¿en qué porcentaje se incrementa la resistencia aerodinámica del auto debido al alerón?



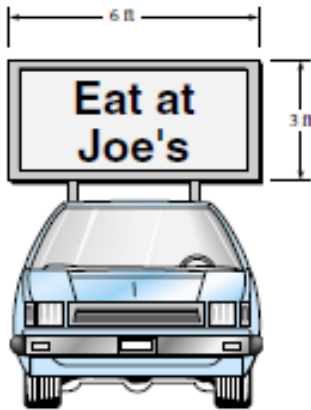
Rta: a) $\alpha = 5^\circ$, $D = 611,85\text{N}$, $L = 1485,93\text{N}$; $\alpha = 8^\circ$, $D = 699,26\text{N}$, $L = 1584,99\text{N}$

b) $\alpha = 5^\circ$, 112% ; $\alpha = 8^\circ$, 128%

Problema 8

Un camión tiene un factor $C_d A = 3,25 \text{ m}^2$ y una resistencia al rodado de 670 N. Estimar la potencia requerida por el móvil para trasladarse a una velocidad de 90 km/h bajo las siguientes condiciones:

- Sin el cartel;
- Con el cartel de 6 ft x 3 ft.



Rta: a) 62 HP; b) 86 HP

Problema 9

La velocidad a la que puede viajar Juan con su bicicleta en un camino recto y sin viento es de 10 m/s. la resistencia al rodado de la bicicleta es de 0,80 N s/m. El factor $C_d A$ de la bicicleta y Juan es de 0,422 m². La masa de Juan y la de la bicicleta son de 80 kg y 15 kg respectivamente.

A Juan ahora atraviesa un viento de frente de 5 m/s. Se pide:

- Desarrollar una ecuación para la velocidad a la cual Juan puede pedalear con el viento de frente.
- La velocidad a la que irá para la condición de viento dada.

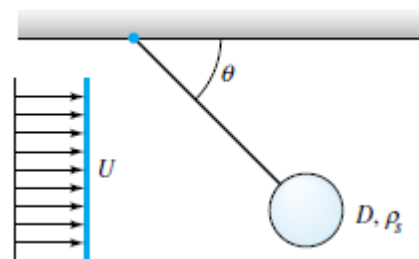
Rta:

$$a) \quad V^3 + \left(2V_w + \frac{2C_{RR}}{\rho C_D A} \right) V^2 + (V_w^2) V - \left(V_{nw}^3 + \frac{2C_{RR}}{\rho C_D A} V_{nw}^2 \right) = 0$$

b) $V = 7,4$ m/s

Problema 10

Una esfera de densidad ρ_s y diámetro D se encuentra unida a una cuerda. Cuando la misma es bañada por una corriente de aire cuya velocidad es U , forma un ángulo θ , tal como se ilustra en la figura. Encontrar una expresión para θ en función de los datos de la esfera. Despreciar la resistencia de la cuerda.



$$Rta: \quad \theta = \tan^{-1} \left[\frac{(\rho_s - \rho)g(\pi/6)D^3}{(\pi/8)C_D \rho U^2 D^2} \right]$$