1. Una placa plana de 2 x 2 m se mueve a una velocidad de 7 m/s en dirección normal a eje axial. Determinar la resistencia que se opone al movimiento: a) Cuando se mueve en el aire a 20°C (ρ = 1,18 Kg/m^3 ν = 1,48 10^{-5} m^2/seg) y presión atmosférica normal y b) Cuando se mueve en agua a 16°C (ρ = 999 Kg/m^3 ν = 1,14 10^{-6} m^2/seg)

Primero calculamos el Re para dos metros que es el final de la palca

$$Re = \frac{V \cdot L_{CARACTERISTICA}}{\upsilon} = \frac{7m/s \cdot 2m}{1{,}48\ 10^{-5}\ m^2/seg} = 9{,}4510^6$$

Si tomamos como Re crítico 500.000 nos da que para la placa el régimen es turbulento (Recordar este concepto)

Si asumimos que en la placa todo el régimen es turbulento tenemos que

$F_{DRAG} = \frac{1}{2} Cd V^2 \rho\ Area$ el Cd debe ser calculado utilizando las formulas que se dieron en teoría, dependiendo del valor del Re podemos estar en zona laminar, de transición o bien turbulencia desarrollada, tomando valores para la transición de los libros de texto podemos calcular el Cd como:

$$Cd = \frac{0{,}074}{(Re_L)^{\frac{1}{5}}} = \frac{0{,}074}{\left(9{,}4510^6\right)^{\frac{1}{5}}} = 0{,}00297$$

$$F_{DRAG} = \frac{1}{2} 0{,}00297 (7m/s) V^2 1{,}18 \frac{Kg}{m^3} 4m^2 = 0{,}344\ N$$

Se deja para el alumno el cálculo para la parte b

2. Una placa plana lisa de 10 m de largo y 4 m de ancho, es remolcada en agua en reposo a 20ºC con una velocidad de 4 m/seg.

Determinar los espesores máximos y su respectiva posición de las Capa Limite Laminar (CLL) y Capa Límite Turbulenta (CLT).

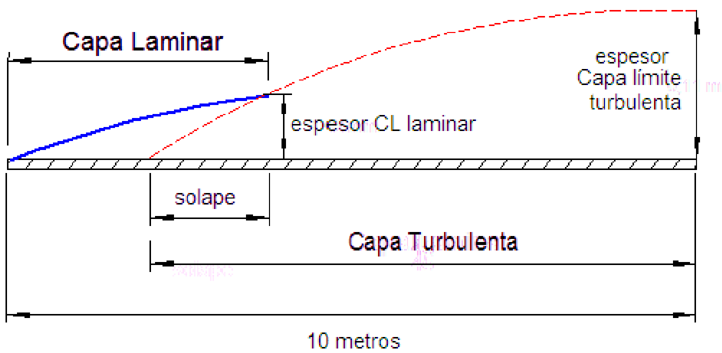
Si tomamos como valor de Re crítico 500.000 para CL Laminar podemos calcular hasta que longitud la capa límite es laminar

$$Re = \frac{V \cdot L_{CARACTERISTICA} \cdot \rho}{\mu} \Rightarrow \frac{Re \cdot \mu}{V \cdot \rho} = \frac{500.000 \cdot 1{,}002^{-3}\ Kg/m.seg}{4m/s 1000 \frac{Kg}{m^3}} = L \therefore L = 0{,}125m$$

Lo que sugiere que nos pasamos de la placa, por lo tanto el flujo a partir de la longitud de 0,125 m la capa límite esta en transición a turbulento no pudiéndose conocer que pasa en la realidad pues estamos calculando teóricamente esto.

El espesor de la capa límite laminar puede calcularse aplicando la solución de Blasius como:

$$\frac{\delta}{x} = \frac{5}{\sqrt{Re_x}} \Rightarrow \delta = \frac{5 \cdot x}{\sqrt{Re_x}} = \frac{5 \times 0{,}125m}{\sqrt{500.000}} = 0{,}000883m \Rightarrow 0{,}88mm$$



¿Pero donde empezaría la capa límite de transición a la turbulenta?
Para ello calcularemos la superposición de las capas, suponiendo que empiece a ser turbulento en el espesor para la distancia de 0,125 m, tendremos

$$\frac{\delta}{x}=\frac{0{,}37}{Re^{\frac{1}{5}}}\therefore\frac{\delta}{x}=\frac{0{,}37}{\left(\frac{\rho x V}{\mu}\right)^{\frac{1}{5}}}$$

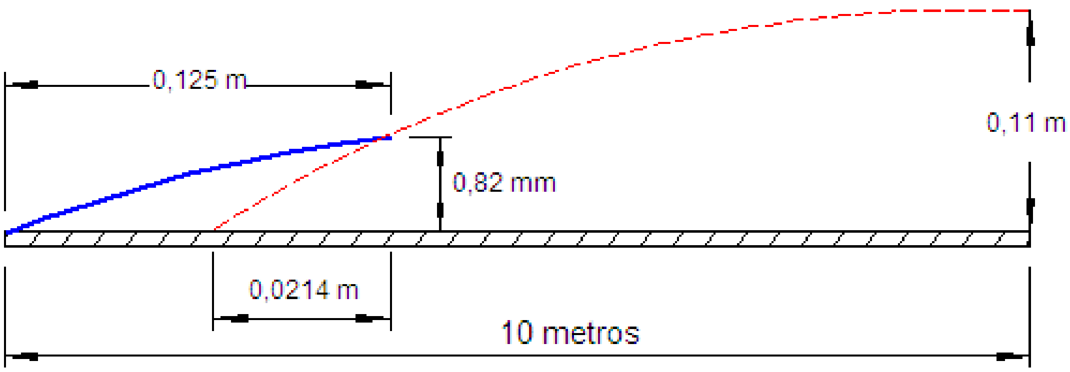
$$x^{\frac{4}{5}}=\frac{\delta}{0{,}37}\left(\frac{\rho V}{\mu}\right)^{\frac{1}{5}}=\frac{0{,}000883m}{0{,}37}\left(\frac{1000\frac{Kg}{m^3}4\frac{m}{s}}{1{,}00210^{-3}\frac{Kg}{m\cdot s}}\right)^{\frac{1}{5}}\Rightarrow x^{\frac{4}{5}}=0{,}04988$$

$$x=0{,}0235m$$

Entonces la longitud de la capa límite turbulenta será: 10 m – 0,125m + 0,0235m = 9.8985 m
El espesor de la capa límite turbulenta será entonces al final

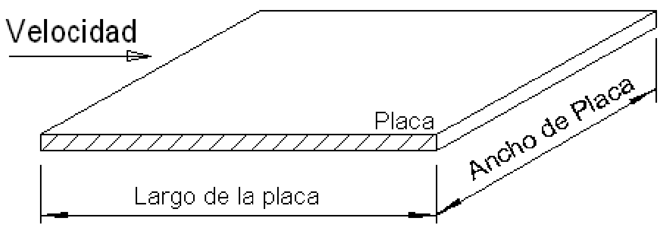
$$Re=\frac{\rho x V}{\mu}=\frac{1000\frac{Kg}{m^3}\cdot 9{,}898m\cdot 4\frac{m}{s}}{1{,}00210^{-3}\frac{Kg}{m\,s}}=3{,}9510^{-3}$$

$$\frac{\delta}{x}=\frac{0{,}37}{Re^{\frac{1}{5}}}\Rightarrow\delta=\frac{9{,}898m\cdot 0{,}37}{\left(3{,}9510^{7}\right)^{0{,}2}}=0{,}11\,m$$



Datos:
ρ (agua) @ 20ºC = 10 E3 Kg/m3
μ (agua) @ 20ºC = 1.002 E-3 Kg/m.seg

3. Una placa plana y delgada, se mantiene paralela a una corriente de aire de 3,5 m/s. Las dimensiones de la placa son 1,5 x 1,5 mts. Calcular la resistencia superficial de la placa, el espesor de la capa límite y la tensión cortante en el borde de salida.



Tomar para el ejercicio υ=1,4 10^{-5} m^2/s - ρ = 1,22 Kg/m^3
Calculamos el número de Reynolds como

$$Re = \frac{x\,V}{\upsilon} = \frac{1{,}5m \cdot 3{,}5\frac{m}{s}}{1{,}4\,10^{-5}\frac{m^2}{s}} = 375.000 \Rightarrow Re \langle\ 500.000$$ Por lo tanto se deduce que el régimen sobre la placa es laminar ya que al fondo de la misma el Re no supera el Re crítico, entonces el Cd se calcula como

$$Cd = \frac{1{,}328}{\sqrt{Re}} = \frac{1{,}328}{\sqrt{375.000}} = 2{,}16\,10^{-3}$$

Entonces la fuerza de arrastre será

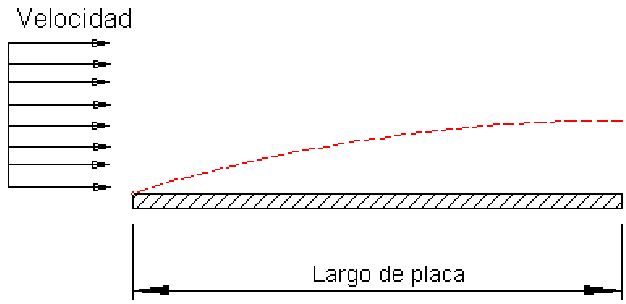
$$F_{ARRASTRE} = Cd\frac{1}{2}\rho V^2\,Area = 2{,}16\,10^{-3}\,\frac{1}{2}\left(3{,}5m/s\right)^2 1{,}22\frac{Kg}{m^3}\cdot 2{,}25m^2 = 0{,}036N$$

El espesor de la capa límite será

$$\frac{\delta}{x} = \frac{5{,}20}{\sqrt{Re}} \Rightarrow \delta = \frac{5{,}20 \cdot x}{\sqrt{Re}} = 0{,}0127m$$

La tensión cortante será entonces:

$$\tau_0 = \frac{0{,}33\,\rho\,V^2}{\sqrt{Re_x}} = 8{,}05\,10^{-3}Kg/m^2$$



4. Una barcaza de fondo plano, de dimensiones 10m de largo por 4m de ancho, debe conducirse en el rio a una velocidad máxima de 10 Km/h, se pide definir:
   a.- el espesor de la capa límite en el extremo de popa, indicando si corresponde a CLL o CLT para un Re de 500,000
   b.- la fuerza neta horizontal que debe aplicarse.
   c.- la potencia necesaria que debe tener el motor para la impulsión.

a) Cálculo de la transición de laminar a turbulento

$$Re = \frac{L\,V\,\rho}{\mu} = 500.000 \rightarrow \frac{500.000\,\mu}{V\,\rho} = L$$

$$L = 0{,}182m$$

O sea que de 10 metros de barcaza la capa límite laminar tiene de largo 18,2 cm, luego el resto será una capa límite turbulenta

b) La fuerza que debe aplicarse para vencer el arrastre será:

$$F_{DRAG} = Cd\frac{1}{2}\rho V^2\,A_{AREA}$$

Para podamos aplicar esta fórmula necesitamos conocer qué tipo de régimen tiene la capa límite y cuál es su coeficiente de arrastre. Como sabemos la capa límite se considera toda turbulenta ya que una gran mayoría de la capa tiene ese tipo de régimen, por lo que calculamos el Re para el final de la placa de la siguiente forma:
Datos del agua de río: ρ = 1000 Kg / m^3, μ = 1,01 10^{-4} Kg /m . s

$$Re = \frac{L\,V\,\rho}{\mu} = \frac{10m \cdot 2{,}77m/s \cdot 1000Kg/m^3}{1{,}01\,10^{-4}\,Kg/m \cdot s} = 2{,}74\,10^{8}$$

Del libro *Mecánica de los fluidos e hidráulica* de Ranald V. Giles, página 195, obtenemos que el coeficiente de resistencia medio es:

$$C_D = \frac{0,455}{(\log Re)^{2,58}} = \frac{0,455}{\left(\log 2,74 10^8\right)^{2,58}} = 0,00185$$

Por lo que la fuerza de arrastre será:

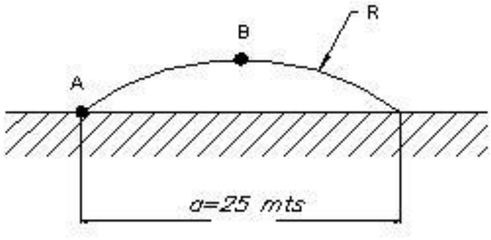
$$F_{DRAG} = Cd\frac{1}{2}\rho V^2\ A_{AREA} = 0,00185\frac{1}{2}1000\frac{Kg}{m^3}\left(2,77m/s\right)^2 10m \times 4m = 567,79N$$

c) La potencia será entonces para vencer el arrastre

$$P_{Potencia} = F_{DRAG} \times V = 567,79N \times 2,77\frac{m}{s} = 1572,77W$$

5. Un refugio polar cuya sección corresponde a un casquete de cilindro, posee la geometría que se indica en la figura siendo su ancho 25 m y su longitud 100 m . Se desea colocar en la posición más elevada (B) un anemómetro que mida la velocidad del viento de la corriente libre, sin influencia de la capa límite. Se desea conocer:

a.- que altura debe tener el mástil que sostendrá al anemómetro para cumplir con lo solicitado.

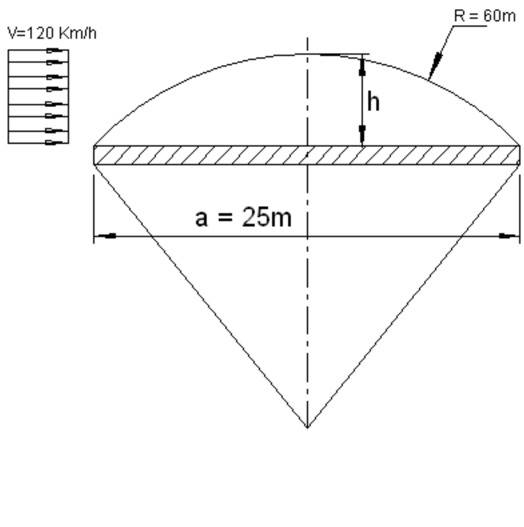


Datos:
T (media)= - 20ºC
ρ (aire) @ - 20ºC = 1,394 Kg/m3
μ (aire) @ - 20ºC = 1,630 E-6 Kg/m.seg
V (medio esperado) = 120 Km/h
R (radio de la cúpula) 60 m.
De la fórmula de sector circular podemos calcular h como:

$$h = R - \sqrt{R^2 - \frac{a^2}{4}} = 60m - \sqrt{60^2 - \frac{25^2}{4}} = 1,31m$$

Hasta el punto cenital los gradientes de presión son favorables y la cáscara puede considerarse una placa plana en primera aproximación ya que la curvatura es pequeña por lo que tenemos que calcular cual es la longitud del arco circular AB

$$L = \sqrt{a^2 + \frac{16}{3}h^2} == 25,15m$$



Por lo que la posición x para el punto mayor será de 12,575 m

$$Re = \frac{\rho U L}{\mu} = \frac{1,394x33,33x12,125}{1,63 10^{-6}} = 3,58\,10^8 \rightarrow \text{Turbulento}$$

$$\frac{\delta}{x} = \frac{0,37}{Re^{\frac{1}{5}}}$$

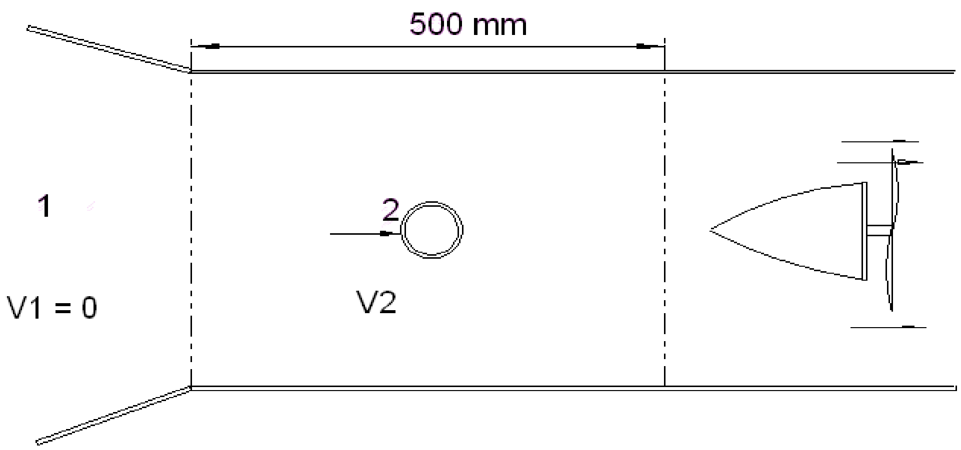
$$\delta = 0,37 \cdot x \cdot Re^{-1/5} = 0,09055m$$

Por lo que el anemómetro debe colocarse a una altura de superior a:
$h + \delta = 1{,}4$ metros del piso.

6. Se desea diseñar un túnel de viento simple adecuado para visualizar a través de líneas de traza con humo el fenómeno de separación e inmersión de la capa límite, sobre una esfera lisa

El diámetro de la sección de prueba del túnel debe ser al menos cuatro veces el diámetro de la esfera para evitar fenómenos de compresibilidad. La velocidad de la corriente deberá limitarse a 110 m/seg que corresponde a un rango todavía seguro para que el flujo se considere incompresible ($M < 0{,}3$).

- a.- ¿Cuál será el tamaño adecuado para la esfera de prueba?
- b.- ¿Cuál será la potencia instalada del ventilador de succión, sin considerar pérdidas?

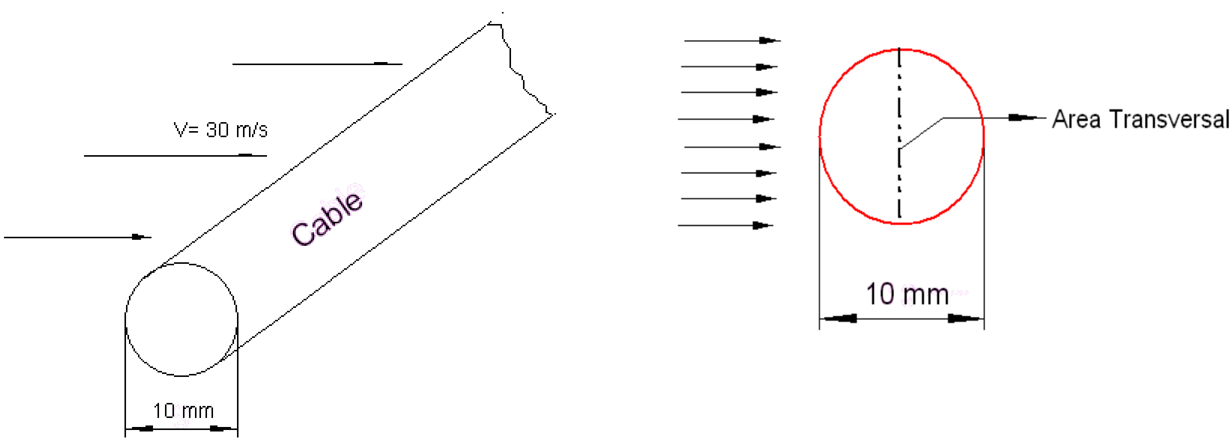


7. En el problema anterior, se ha establecido que la longitud adecuada de la sección de pruebas del túnel es de 500 mm, y el diseño debe optimizarse para la velocidad de aire máxima de 110 m/seg a la entrada de la sección de pruebas. Se pregunta:

a.- en cuanto se acelera la velocidad de entrada medida sobre el eje central de la sección de pruebas antes de instalar el modelo por efecto de la capa límite.

b.- como podría mejorarse el diseño de la sección de pruebas y recomendar un diseño apropiado de la misma tomando en cuenta el concepto de *espesor de desplazamiento*.

8. Un hilo de cobre de gran longitud y 10 mm de diámetro está tensado y suspendido en el aire con un viento de 30 m/s incidente en forma normal al eje del hilo. Calcular la resistencia por metro de longitud. Tomar valores para el aire del ejercicio 1



Primero calculamos el Nro de Reynolds

$$Re = \frac{V \cdot L_{CARACTERISTICA}}{\upsilon} = \frac{30m/s \cdot 0{,}01m}{1{,}48\ 10^{-5}\ m^2/seg} = 20.270{,}2$$

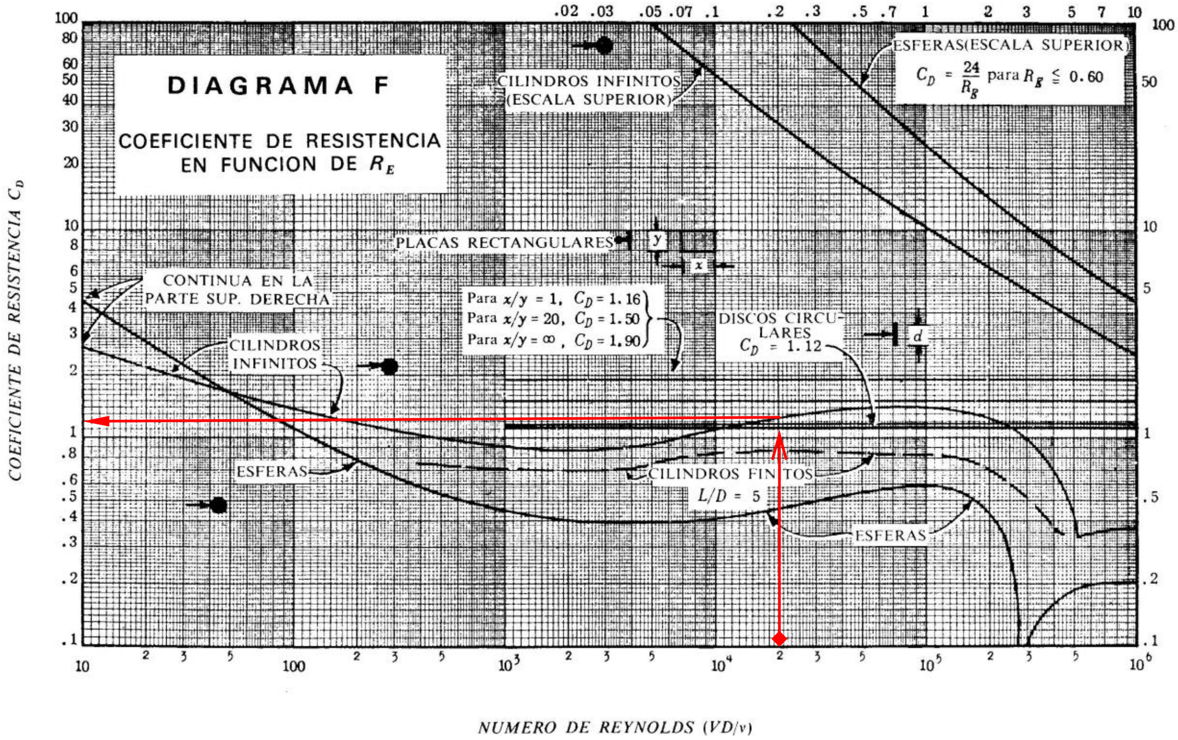
La longitud característica es el diámetro en un cilindro de longitud infinita

La fuerza por unidad de longitud puede calcularse conociendo la fuerza de arrastre de un cilindro sumergido en un fluido como

$$F_{DRAG} = Cd\frac{1}{2}\rho V^2\ A_{AREA} = Cd\frac{1}{2}1{,}18\frac{Kg}{m^3}(30m/s)^2\ 0{,}01m \times L$$

$$\frac{F_{DRAG}}{L} = Cd \cdot 10{,}62N$$

Ahora debemos consultar el gráfico Cd vs Reynolds, el cual se encuentra en cualquier libro de mecánica de los fluidos y que es de esta forma:



De donde vemos que para un Reynolds de 2 10^4 el Cd es 1,2 por lo que la fuerza de arrastre por unidad de longitud es de:

$$\frac{F_{DRAG}}{L} = 12{,}744\frac{N}{m}$$

9. Un hombre pesa 756 N y se lanza desde un avión con un paracaídas de 6 mts de diámetro. Suponiendo que el coeficiente de resistencia es de 1,2 y el peso del paracaídas es de 20 Kg ¿Cuál será la velocidad límite del descenso?

En este caso, el paracaidista caerá hasta un punto donde no se acelerara y caerá con la llamada velocidad límite, es decir que está cayendo en un movimiento uniforme entonces el arrastre se igualara con el peso siendo estas dos las fuerzas actuantes

$$F_{DRAG} = \text{Fuerza Peso}$$

$$Cd\frac{1}{2}\rho V^2\ A_{AREA} = 756N \Rightarrow V^2 = \frac{(756N + 20Kg) \cdot 2}{Cd\,\rho\,A_{AREA}}$$

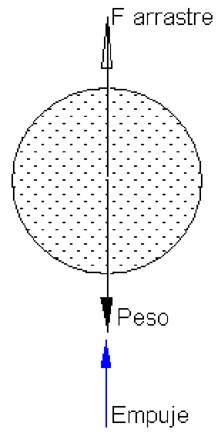
Donde el área es el área transversal del paracaídas, entonces V se puede calcular como $V = \sqrt{\dfrac{952\,N}{Cd\,\rho\dfrac{\pi \cdot D_P^2}{4}}}$

Por lo que reemplazando valores llegamos a que la velocidad límite es 4,87m/s

10. El rango de flujos de Stokes puede usarse para determinar la viscosidad de un fluido cuando una esfera pequeña alcanza una velocidad de caída constante.

Suponga que al utilizar una esfera de vidrio de 3mm de diámetro, ρ (vidrio) = 2500 kg/m^3 es soltada en un fluido de densidad ρ (sustancia desconocida) = 875 kg/m^3; y se obtiene una velocidad terminal de 0,12 m/seg. Se desea determinar la viscosidad dinámica y cinemática de esta sustancia desconocida.

En este régimen tenemos que la esfera desciende a una velocidad constante por lo que el producto de la masa por la aceleración será nulo.



$$F_{DRAG} - \text{Fuerza Peso} + \text{Empuje} = 0$$

$$F_{DRAG} = \text{Fuerza Peso} - \text{Empuje} = \rho_{esfera}\, g\frac{4}{3}\pi R^3 - \rho_{fluido}\, g\frac{4}{3}\pi R^3$$

$$F_{DRAG} = (\rho_{esfera} - \rho_{fluido})\, g\frac{4}{3}\pi R^3$$

$$Cd\frac{1}{2}\rho V^2\, A_{AREA} = (\rho_{esfera} - \rho_{fluido})\, g\frac{4}{3}\pi R^3$$

$$Cd V^2 = \frac{8(\rho_{esfera} - \rho_{fluido})\, g\pi R^3}{3\,\rho_{fluido}\cdot A_{AREA}}$$

Para los flujos de Stokes se puede suponer con mucha precisión que Cd vale 24/Re

Entonces reemplazando tenemos

$$\frac{24}{Re}V^2 = \frac{8(\rho_{esfera} - \rho_{fluido})\, g\pi R^3}{3\,\rho_{fluido}\cdot A_{AREA}}$$

$$\frac{24\mu}{VD\rho_{fluido}}V^2 = \frac{8(\rho_{esfera} - \rho_{fluido})\, g\pi R^3}{3\,\rho_{fluido}\cdot A_{AREA}}$$

Simplificando

$$\frac{24\mu}{VD\rho_{fluido}}V^2 = \frac{(\rho_{esfera} - \rho_{fluido})\, g\pi R^3}{3\,\rho_{fluido}\cdot A_{AREA}} \Rightarrow \frac{24\mu}{D}V = \frac{(\rho_{esfera} - \rho_{fluido})\, g\pi R^3}{3\,A_{AREA}}$$

$$\frac{24\mu}{2R}V = \frac{(\rho_{esfera} - \rho_{fluido})\, g\pi R^3}{3\,\pi R^2} \Rightarrow \mu = \frac{(\rho_{esfera} - \rho_{fluido})\, gR^2}{36V}$$

Entonces suponiendo flujo de Stokes tendremos que μ puede suponerse 0,03368 Pa .s entonces la viscosidad ν será dividiendo el resultado por la densidad ν = 3,85 10^{-5} m^2/s

11. Una bola de acero de 3,2 mm de diámetro y peso específico 7870 Kg/m^3, cae a través de una masa de aceite de densidad relativa 0,908 y viscosidad cinemática 1,45 10^{-4} m^2/s. ¿Cuál es la velocidad límite alcanzada?

Como en el ejercicio anterior planteamos el equilibrio dinámico

$$F_{DRAG} - \text{Fuerza Peso} + \text{Empuje} = 0$$

$$F_{DRAG} = \text{Fuerza Peso} - \text{Empuje} = \rho_{esfera}\, g\frac{4}{3}\pi R^3 - \rho_{fluido}\, g\frac{4}{3}\pi R^3$$

$$F_{DRAG} = (\rho_{esfera} - \rho_{fluido})\, g\frac{4}{3}\pi R^3$$

$$Cd\frac{1}{2}\rho V^2\, A_{AREA} = (\rho_{esfera} - \rho_{fluido})\, g\frac{4}{3}\pi R^3$$

$$Cd V^2 = \frac{8(\rho_{esfera} - \rho_{fluido})\, g\pi R^3}{3\,\rho_{fluido}\cdot A_{AREA}}$$

$$Cd\,V^2 = \frac{32(7870-908)\,g\left(1{,}6\,10^{-3}\right)^3}{3\;908\left(3{,}2\,10^{-3}\right)^2} = 0{,}32$$

$$Cd = \frac{0{,}32}{V^2} \rightarrow \text{ó también } V = \sqrt{\frac{0{,}32}{Cd}}$$

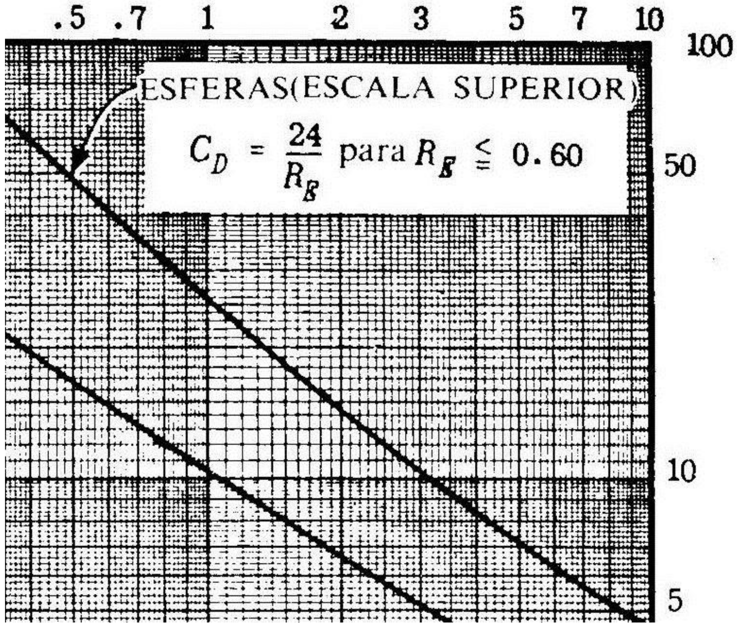
Tendremos ahora que aproximar la solución por medio de un tanteo, suponiendo un valor de Cd para empezar calculamos el Reynolds y luego nos fijamos en el diagrama F utilizado en el problema 8 si el Cd coincide con el supuesto en ese momento el tanteo se termina.

Ejemplo: Cd = 5 la velocidad será 0,25 m/s y el número de Reynolds entonces será

$Re = \frac{V \cdot L_{CARACTERISTICA}}{\upsilon} = \frac{0{,}32 m/s \cdot 3{,}2\,10^{-3} m}{1{,}45\;10^{-4}\;m^2/seg} = 5{,}58$ entrando con este Reynolds en este diagrama tendremos un Cd un poco menor a 6

Probemos con Cd = 5,5 la velocidad será 0,23 m/s entonces $Re = \frac{0{,}23 m/s \cdot 3{,}2\,10^{-3} m}{1{,}45\;10^{-4}\;m^2/seg} = 5{,}07$

Con este valor de Reynolds entramos en el diagrama F nos encontramos con un Cd = 6,5 probemos con el valor Cd = 6,5 entonces la velocidad queda 0,2218 m/s entonces $Re = \frac{0{,}2218 m/s \cdot 3{,}2\,10^{-3} m}{1{,}45\;10^{-4}\;m^2/seg} = 4{,}89$ entrando en el gráfico vemos que estamos en un Cd un poco mas de 6 por lo que adoptamos el valor de Cd = 6,5 y la velocidad de caída 0,221 m/s.



12. Determinar la velocidad terminal de una esfera lisa de cobre de 1 cm de diámetro si se la deja caer en:

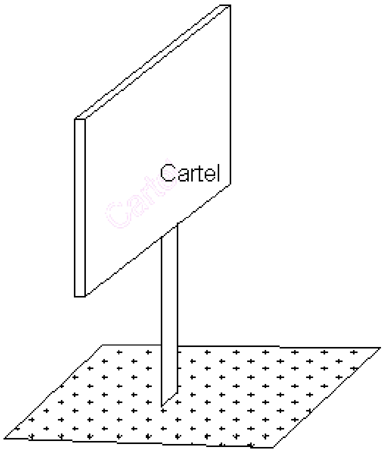
a.- aire @ 20ºC ρ =1.20 Kg/m³ ν = 1.6 E -5 m² /seg

b.- agua @ 20ºC ρ=1000 Kg/m³ υ = 1.E -6 m² /seg, peso específico del cobre γ = 8900 Kg/m³

Ejemplos iguales a los anteriores, se deja al alumno para practicar. Tener en cuenta que en el aire el empuje es mínimo, casi despreciable pero no así en el agua

13. Se diseña un cartel publicitario cuadrado de dimensiones 3m x 3m que es colocado en el extremos de una columna cilíndrica de diámetro: 305 mm y de 20 m de altura, se pide:

a.- calcular la fuerza total que ejerce en el conjunto, un previsible viento máximo de diseño de 30 m/seg y la ubicación de la fuerza resultante respecto del nivel del piso.



b.- calcular el momento flector máximo que deberá resistir la base.
Aire @ 20ºC: ρ=1.20 Kg/m^3 υ = 1.6 E -5 m^2 /seg

Primero debemos calcular la fuerza de drag sobre el cartel y luego sobre la columna.
Para el cartel tenemos tablas de coeficientes de arrastre que están en función de las medidas del mismo, por ejemplo, tomamos un Reynolds con una longitud característica igual a un lado 3 m

$Re = \dfrac{30m/s \cdot 3m}{1{,}6\ 10^{-5}\ m^2/seg} = 5.625.000$ entonces tomando de los gráficos, como por ejemplo este:[1]

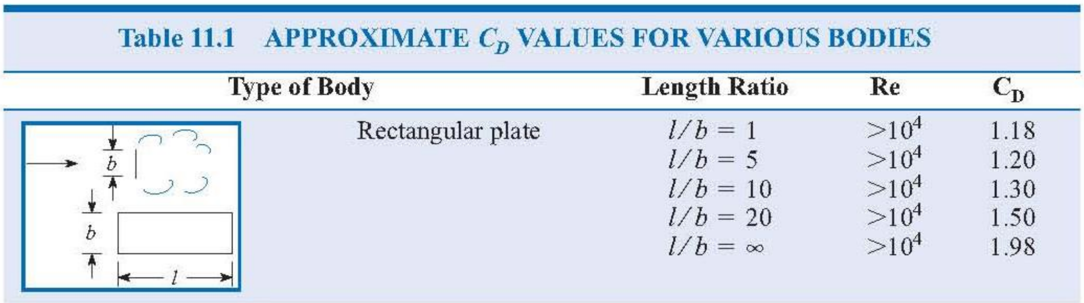


Table 11.1 APPROXIMATE C_D VALUES FOR VARIOUS BODIES

Type of Body		Length Ratio	Re	C_D
	Rectangular plate	$l/b = 1$	$>10^4$	1.18
		$l/b = 5$	$>10^4$	1.20
		$l/b = 10$	$>10^4$	1.30
		$l/b = 20$	$>10^4$	1.50
		$l/b = \infty$	$>10^4$	1.98

$$F_{DRAG} = Cd\frac{1}{2}\rho V^2 A_{AREA} = 1{,}18 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1{,}2\frac{Kg}{m^3} \cdot (30m/s)^2 \cdot 9m^2$$

$$F_{DRAG} = 11.469{,}6\,N$$

Luego la fuerza sobre el cilindro puede calcularse conociendo el coeficiente de drag, el cual se puede extraer de tablas como las utilizadas anteriormente, teniendo en cuenta el largo y el ancho del área del cilindro teniendo en cuenta el Reynolds (El diámetro es la longitud característica)

$Re = \dfrac{30m/s \cdot 0{,}3m}{1{,}6\ 10^{-5}\ m^2/seg} = 562.500$ como es mayor que 10^4, podemos utilizar las tablas que se dieron en el curso[2]

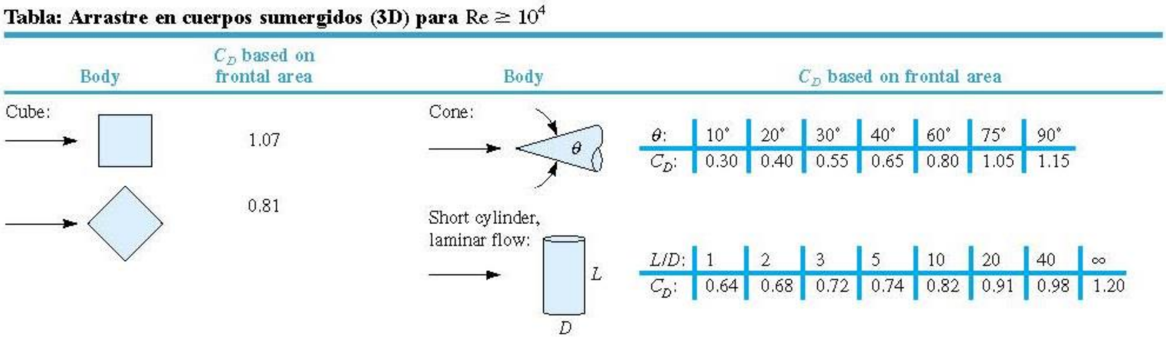


Tabla: Arrastre en cuerpos sumergidos (3D) para $Re \geq 10^4$

Body	C_D based on frontal area
Cube: (face)	1.07
Cube: (edge)	0.81

Body	C_D based on frontal area							
Cone:	θ:	10°	20°	30°	40°	60°	75°	90°
	C_D:	0.30	0.40	0.55	0.65	0.80	1.05	1.15

Body	C_D based on frontal area								
Short cylinder, laminar flow:	L/D:	1	2	3	5	10	20	40	∞
	C_D:	0.64	0.68	0.72	0.74	0.82	0.91	0.98	1.20

[1] Crowe, Clayton et al. *Engineering Fluid Mechanics*. John Wiley and Sons. Ninth Edition. Estados Unidos, 2009
[2] Ver LIRUCA

Vemos que si dividimos el largo L por el diámetro nos da 65,67 y como es mayor que 40 podemos tomar el valor infinito que tiene un Cd de 1,20, por lo que la fuerza de drag sobre la columna es

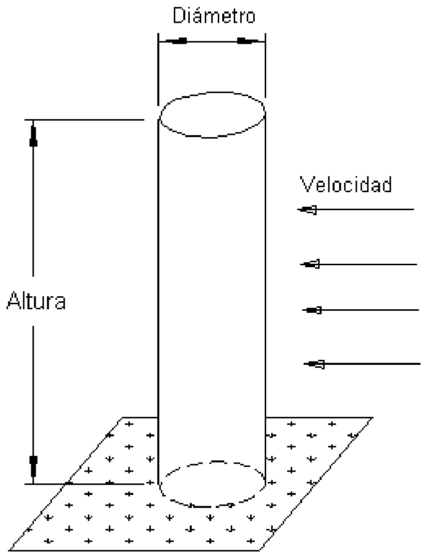
$$F_{DRAG} = Cd\frac{1}{2}\rho V^2\ A_{AREA} = 1,2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,2\frac{Kg}{m^3} \cdot (30m/s)^2 \cdot 6,1m^2$$

$$F_{DRAG} = 3.952,8\ N$$

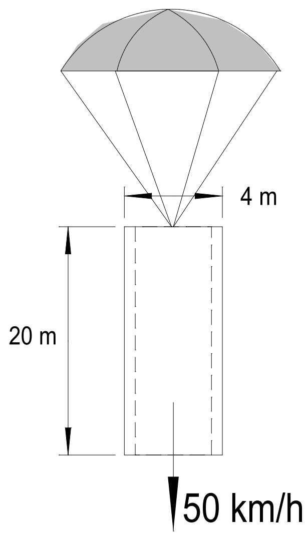
Para calcular el momento que debe resistir la base queda ahora aplicar estas fuerzas a los baricentros de los respectivos cuerpos y tomar momentos desde el suelo (Se deja al alumno)

14. Una chimenea de 35 metros de alto y 2 m de diámetro está en una tormenta expuesta a vientos de 20 m/s. Determinar la fuerza aerodinámica sobre la chimenea y el momento flector en la base. Tomar valores del aire atmosférico del ejercicio anterior, y los valores que tiene la tabla de Cd

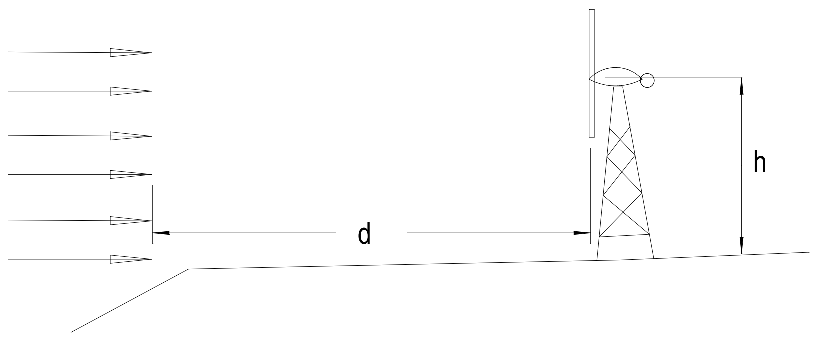
(Para discusión en clase)



15. Un cilindro hueco que parte de un sistema de un cohete ya agotado debe caer con una velocidad de 50 Km / h a medida que se acerca al nivel del mar ¿Qué área proyectada debería tener un paracaídas con un C_D=1,2?
Suponer que el aire tiene una viscosidad de 1,55 x 10^{-5} m^2/s y que el $Re_{CRITICO} = 10^6$ para la capa límite a lo largo de las superficies interiores y exteriores del cilindro hueco. El peso del cilindro es de 5 KN y el aire tiene una densidad de 1,248 kg/m^3. No existe viento



16. Una turbina de viento se localiza sobre una meseta, la velocidad del viento es de 30 Km/h en promedio. Cada álabe de la turbina tiene 30 metros de longitud. ¿Qué tan alto debería localizarse la línea central de la turbina si se desea que los álabes se localicen a más de tres metros sobre la capa límite?
La distancia d es 1000 metros y la temperatura del aire 10°C. Suponer que la superficie de la meseta fue terraplenada y está lisa. La transición de laminar a turbulento ocurre en un Re = 500.000 en la capa límite.


d
h