- **Material autorizado:** *Calculadora que no permita almacenar texto.*
- **Puntuación:** **1.**: *2,5 p.*; **2.**: *2 p.*; **3.**: *1,5 p. (ej. 1) / 1 p. (ej. 2)*; **4.**: *1 p.*; **5.**: *3 p. (ej. 1)/ 3,5 p. (ej. 2)*

1. Supóngase el flujo resultante de la superposición de una fuente volumétrica bidimensional de intensidad $q = 5\ \mathrm{m^2\,s^{-1}}$ y un flujo uniforme de velocidad $V_\infty = 4\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ ($F(z) = (q/2\pi)\ln z + V_\infty z$). Determinar:

   a) Función de corriente.

   b) Distribución de las componentes del vector velocidad.

   c) Posición del punto de remanso.

   d) Ecuación de la línea de corriente que determina el semióvalo de Rankine y anchura máxima de éste.

2. Explicar de forma razonada si las siguientes afirmaciones son o no correctas:

   a) Las ecuaciones de la capa límite son válidas hasta el punto de desprendimiento, no aguas abajo de éste.

   b) El espesor de la capa límite en una tubería de diámetro D llega a alcanzar, suficientemente aguas abajo, un espesor $D/2$.

   c) Una capa límite es turbulenta sólo si el flujo exterior tiene un nivel de turbulencia suficientemente elevado.

   d) La transición a la turbulencia en la capa límite alrededor de una pelota de golf, provocada por las protuberancias de su superficie, produce un mayor coeficiente de resistencia y, por tanto, una mayor estabilidad en la trayectoria de la pelota.

3. *a*) Explicar qué expresa la ecuación siguiente, indicando qué representan las variables y parámetros que intervienen en ella y el significado físico de cada uno de sus términos:

$$\frac{\partial \overline{v}_i}{\partial t} + \overline{v}_j \frac{\partial \overline{v}_i}{\partial x_j} = \frac{1}{\rho}\frac{\partial}{\partial x_j}(\overline{\tau}_{ij} - \rho\overline{v_i' v_j'}) + f_{mi}.$$

   b) [Sólo EJEMPLO 1] Pérdida de carga local por contracción brusca en una tubería.

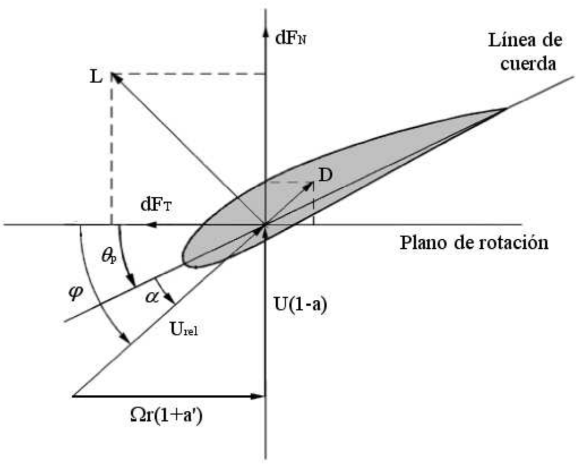
4. Describir la figura y las expresiones siguientes, explicando el significado de todas las magnitudes que aparecen en ellas:

(1) $\mathrm{d}F_N = (L\cos\varphi + D\,\mathrm{sen}\,\varphi)\,\mathrm{d}r,$

(2) $\mathrm{d}F_T = (L\,\mathrm{sen}\,\varphi - D\cos\varphi)\,\mathrm{d}r,$

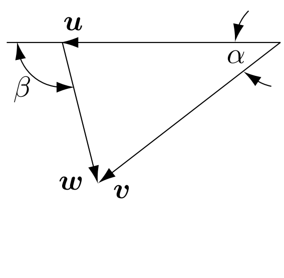
(3) $\mathrm{d}F_N = \dfrac{1}{2}N\rho U_{\mathrm{rel}}^2(C_L\cos\varphi + C_D\,\mathrm{sen}\,\varphi)c\,\mathrm{d}r,$

(4) $\mathrm{d}M = \dfrac{1}{2}N\rho U_{\mathrm{rel}}^2(C_L\,\mathrm{sen}\,\varphi - C_D\cos\varphi)cr\,\mathrm{d}r.$



5. [Sólo EJEMPLO 1] De una bomba centrífuga se conocen los siguientes datos: $D_1 = 20$ cm, $D_2 = 35$ cm, $b_1 = b_2 = 4$ cm, $\beta_1 = 150°$, $\beta_2 = 160°$, $\Omega = 1440$ rpm, $\eta_m = 0{,}8$, $\eta_v = 1$, coeficiente de disminución de trabajo $\mu = 0{,}85$. Hacer una estimación de las siguientes magnitudes en el punto de diseño:

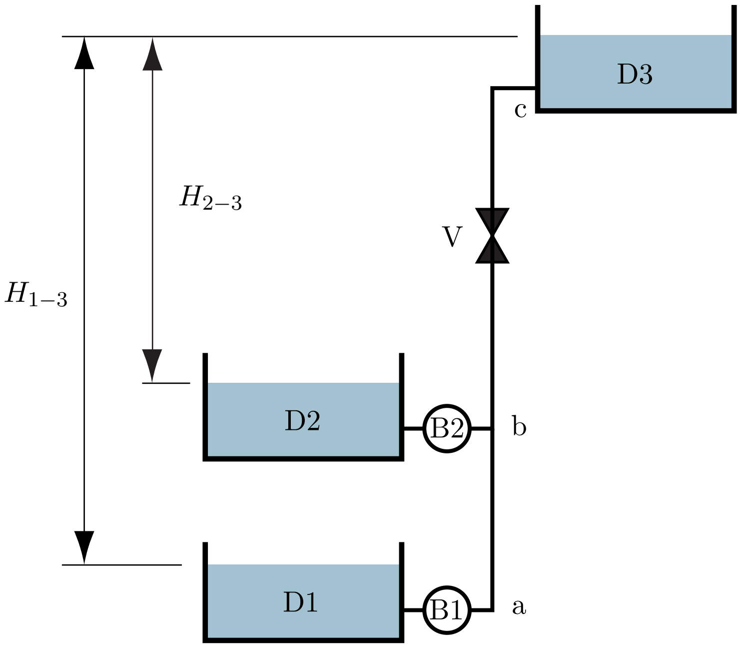
- Caudal.
- Potencia útil.
- Altura manométrica.



5. [Sólo EJEMPLO 2] En la figura se representa una instalación para transvasar agua desde dos depósitos (D1 y D2) a otro más elevado (D3) mediante dos bombas idénticas (B1 y B2) y un sistema de tuberías. Los tres depósitos son de grandes dimensiones y están abiertos a la atmósfera. La curva característica de las bombas es la siguiente:

$$H_m = 40 + 100\,Q - 900\,Q^2$$

(Q en $\mathrm{m^3\,s^{-1}}$, H_m en m).



Las longitudes de las tuberías (a−b) y (b−c) son $L_{ab} = 50$ m y $L_{bc} = 100$ m, y sus diámetros, $D_{ab} = 25$ cm y $D_{bc} = 35$ cm, respectivamente. Se despreciarán las longitudes de las restantes tuberías representadas en la figura. Las diferencias entre los niveles del agua en los depósitos son $H_{1-3} = 25$ m y $H_{2-3} = 15$ m. Para un cierto grado de apertura de la válvula V, el caudal de agua impulsado por la bomba B1 es $Q_1 = 0{,}15\ \mathrm{m^3\,s^{-1}}$.

Se supondrá un factor de fricción $f = 0{,}02$ en las tuberías (a−b) y (b−c). Se despreciarán todas las pérdidas de carga locales para cuyo cálculo no se disponga de datos.

Determinar:

a) Caudal que impulsa la bomba B2.

b) Coeficiente de pérdida de carga en la válvula V.