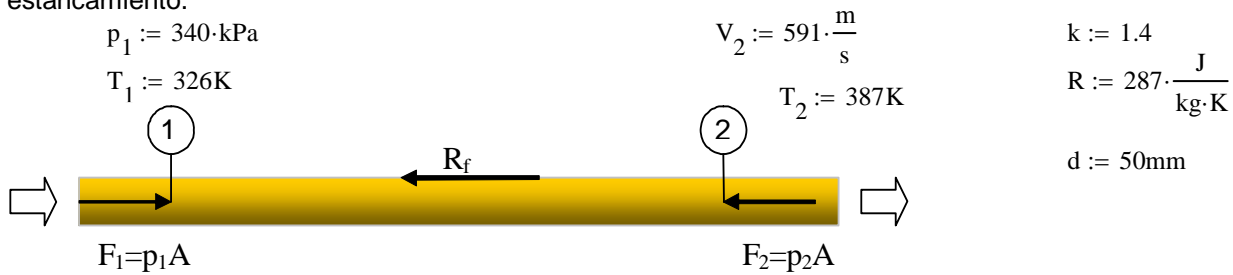


**Problema 3.** (Ex.1.I-07) Fluye aire estable y adiabáticamente en un tubo horizontal de 50 mm de diámetro. La temperatura y la presión absolutas en la sección 1 son 326 °K y 340 kPa . En la sección 2 aguas abajo, la temperatura absoluta es 387 °K y la velocidad de flujo es 591 m/s. Encuentre a) La velocidad de flujo y el número de Mach en la sección 1 y b) la magnitud y dirección de la fuerza de fricción ejercida por el aire sobre la pared del ducto. Dibuje un diagrama T-s para el proceso, mostrando todos los puntos de estado estáticos y de estancamiento.



Sabemos que:  $V = Mc = M\sqrt{kRT}$  entonces:

$$M = \frac{V}{\sqrt{kRT}} \quad (1)$$

Con la ecuación 1, podemos calcular el número de Mach en la sección 2:

$$M_2 := \frac{V_2}{\sqrt{k \cdot R \cdot T_2}} \quad M_2 = 1.499$$

La temperatura de estancamiento en 2, se puede calcular a partir de;

$$T_{o2} := T_2 \cdot \left[ \frac{(k-1)}{2} \cdot (M_2)^2 + 1 \right] \quad T_{o2} = 560.858 \text{ K}$$

pero  $T_{o1} := T_{o2}$  porque el flujo es adiabático

el número de mach en (1) será

$$M_1 := \sqrt{\frac{2}{k-1} \cdot \left( \frac{T_{o1}}{T_1} - 1 \right)} \quad M_1 = 1.898$$

de la ecuación 1, se tenemos:

$$V_1 := M_1 \cdot \sqrt{k \cdot R \cdot T_1} \quad V_1 = 686.899 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b)

De la ecuación de cantidad de movimiento, aplicada al volumen de control y la figura, se tiene:

$$R_f = [(p_1 - p_2) - \rho_1 V_1 (V_2 - V_1)] A$$

La densidad  $\rho_1$  y la presión  $p_2$ , se pueden calcular a partir de la ecuación de los gases ideales y la ecuación de continuidad:

$$\rho_1 := \frac{p_1}{R \cdot T_1} \quad \rho_1 = 3.634 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_2 := \frac{V_1 \cdot \rho_1}{V_2} \quad \rho_2 = 4.224 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad ; \quad p_2 := \rho_2 \cdot R \cdot T_2 \quad p_2 = 4.691 \times 10^5 \text{ Pa}$$

El área está dada por:

$$A := \pi \cdot \frac{d^2}{4} \quad A = 0.002 \text{ m}^2$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación (2) se tiene

$$R_f := [(p_1 - p_2) - \rho_1 \cdot V_1 \cdot (V_2 - V_1)] \cdot A \quad R_f = 216.5 \text{ N}$$

Diagrama de fuerzas actuantes sobre la superficie de control

(Volumen de control)

