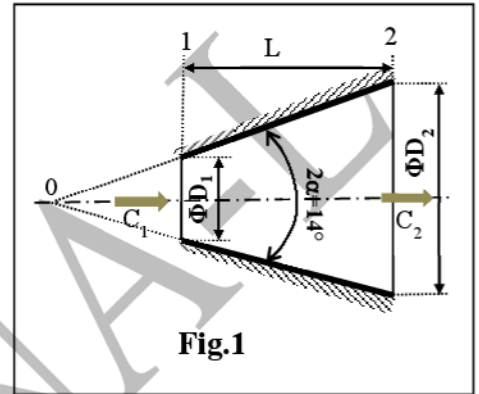


Exercice 1

A l'entrée d'un diffuseur conique axial, les paramètres moyens de l'air sont les suivants : $P_1=2,0\text{bars}$, $T_1=373\text{K}$, $C_1=320\text{m/s}$.

En supposant : le rendement isentropique du diffuseur $\eta_s=0,75$, son angle d'ouverture $2\alpha=14^\circ$ et le débit d'air $q_m=1,5\text{kg/s}$. Admettre que $C_2=150\text{m/s}$, $C_p=1,005\text{kJ/kg.K}$ et $\gamma=1,4$.



1°)-Tracer le diagramme de Mollier entre les points 1 et 2 (valeur statique et totale puis calculer la masse volumique ρ_1 et le Gain isentropique d'enthalpie ?

2°)-Calculer La pression P_2 , la masse volumique ρ_2 , la température T_2 , la température isentropique T_{2s} et le taux de compression ?

3°)-Calculer la section d'entrée et de sortie, diamètre d'entrée et de sortie et la longueur du diffuseur L?

4°)-Calculer le coefficient polytropique et le rendement polytropique ?

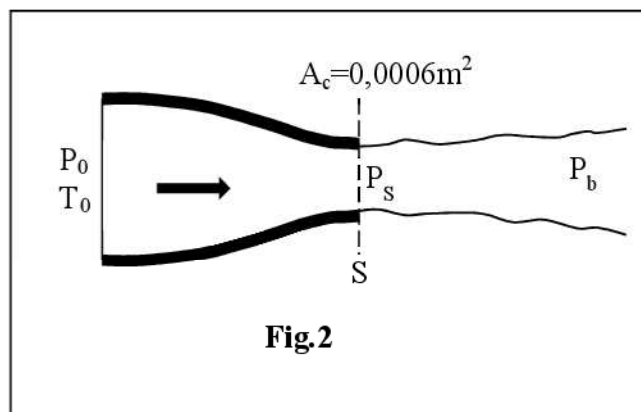
Exercice 2

De l'air ($k=1,4$, $R=287\text{m}^2/(\text{s}^2\text{K})$, $cp=1005\text{m}^2/(\text{s}^2\text{K})$), s'écoule dans une tuyère convergente (fig.2). L'aire de la section du col à la sortie est $A_c = 0,0006\text{m}^2$. Les conditions de stagnation (arrêt) en amont sont $P_0=120\text{kPa}$, $T_0=400\text{K}$

1°)- Déterminer la pression à la sortie P_s et le débit massique q_m pour deux pressions en arrière : a)- $P_b = 45\text{kPa}$?

b)- $P_b = 90\text{kPa}$?

2°)-Tracer pour les deux cas la courbe de distribution de pression et celle du débit ?



Solution de l'exercice n°1 :

1°)-Gain isentropique d'enthalpie, la masse volumique ρ_1 :

$$R = C_p \frac{\gamma-1}{\gamma} = 1005 \frac{1,4-1}{1,4} = 287,16 \text{ J/kgK}$$

$$\rho_1 = \frac{P_1}{R T_1} = \frac{0,2 \cdot 10^6}{287,16 \cdot 373} = 1,867 \text{ kg/m}^3$$

$$h_{2s} - h_1 = \frac{C_1^2 - C_2^2}{2} \eta_s = h_{2s} - h_1 = \frac{320^2 - 50^2}{2} 0,75 = 37462,5 \text{ J/kg}$$

2°)-La pression P_2 , la masse volumique ρ_2 , la température T_2 , la température isentropique T_{2s} et le taux de compression ?

$$P_2 = P_1 \left(\frac{T_{2s}}{T_1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = 0,2791 \text{ MPa} \text{ et } \rho_2 = \frac{P_2}{R T_2} = 2,299 \text{ kg/m}^3$$

$$T_2 = T_1 + \frac{C_1^2 - C_2^2}{2 C_p} = 422,7 \text{ K} \text{ et } T_{2s} = T_1 + \frac{h_{2s} - h_1}{C_p} = 410,3 \text{ K}$$

$$\tau_c = \frac{P_2}{P_1} = 1,395$$

3°)-Section d'entrée et de sortie, diamètre d'entrée et de sortie et la longueur du diffuseur L?

$$A_1 = \frac{q_m}{C_1 \rho_1} = 25,107 \text{ cm}^2 \Rightarrow D_1 = \sqrt{\frac{4 A_1}{\pi}} = 5,65 \text{ cm}$$

$$A_2 = \frac{q_m}{C_2 \rho_2} = 130,49 \text{ cm}^2 \Rightarrow D_2 = \sqrt{\frac{4 A_2}{\pi}} = 12,88 \text{ cm} \Rightarrow L = \frac{\cot \alpha}{2} \cdot (D_2 - D_1) = 29,44 \text{ cm}$$

4°)-Coefficient polytropique et le rendement polytropique ?

$$n = \frac{\log(0,2791) - \log(0,2000)}{\log\left(\frac{1}{1,867}\right) - \log\left(\frac{1}{2,299}\right)} = 1,601 \Rightarrow \eta_{nc} = \frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{n}{n-1} = \frac{1,4-1}{1,4} \frac{1,601}{1,601-1} = 0,761$$

Solution de l'exercice n°2 :

1°)- La pression à la sortie P_s et le débit massique q_m . On regardera d'abord la condition de design, le col à la sortie est sonique, $M_s = 1 \Rightarrow \frac{P_0}{P_s} = (1 + 0,2 M_s^2)^{3,5} = 1,8929 \Rightarrow P_s = P^* = 63,4 \text{ kPa}$

a)-Si $P_b < P_s$, alors l'écoulement est bloqué et le débit massique est maximal.

$$\text{C'est le cas pour } P_b = 45 \text{ kPa} < P_s = 63,4 \text{ kPa} \Rightarrow q_m = \frac{A_s P_0}{\sqrt{\gamma T_0}} \sqrt{\gamma} \frac{1}{\left(1 + \frac{\gamma-1}{2}\right)^{\frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}}} = 0,145 \text{ kg/s}$$

b)-Pour $P_b = 90 \text{ kPa} > P_s = 63,4 \text{ kPa}$, l'écoulement à la sortie est alors subsonique et le débit massique n'est pas maximal. Dans ce cas, la pression à la sortie est égale à P_b : $\Rightarrow P_b = P_s = 90 \text{ kPa}$

$$\frac{P_0}{P} = \left(1 + \frac{\gamma-1}{2} M^2\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \Rightarrow M_s^2 = 5 \left(\left(\frac{P_0}{P_s} \right)^{\frac{2}{\gamma}} - 1 \right) = 0,4283 \Rightarrow M_s = 0,654$$

$$\frac{T_0}{T} = 1 + \frac{\gamma-1}{2} M^2 \Rightarrow \frac{T_0}{T_s} = 1 + \frac{\gamma-1}{2} M_s^2 \Rightarrow T_s = 368,48 \text{ K}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a_s = \sqrt{\gamma R T_s} = 384,78 \text{ m/s} \Rightarrow C_s = a_s M_s = 251,65 \text{ m/s} \\ \rho_s = \frac{P_s}{R T_s} = 0,8510 \text{ kg/m}^3 \\ q_m = \rho_s A_s C_s = 0,129 \text{ kg/s} \end{cases}$$

2°)- Courbes de distribution de pression et celle du débit ?

