

Series N°1: Generalities & Sound physics

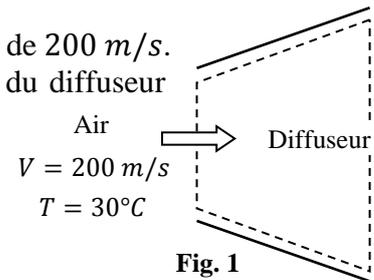
ExO1: L'air est considéré comme un gaz parfait, quelle est sa masse volumique à 15°C et 760 mmHg ?

ExO2: Trouver la célérité du son se propageant dans le gaz d'hydrogène à 6°C. ($\gamma_{H_2} = 1.4$).

ExO3: La pression et la température d'un gaz parfait confiné dans une grande chambre sont 500 kPa et 60°C respectivement. Trouver la masse volumique si le gaz est ; **a)** l'air, **b)** l'hydrogène.

ExO4: L'air entre dans un diffuseur (**Fig. 1**) avec une vitesse de 200 m/s. Déterminer ; **a)** la vitesse du son, et **b)** le nombre de Mach à l'entrée du diffuseur quand l'air est à la température de 30°C.

On donne : $r = 287 \text{ J/kg.K}$; $\gamma = 1.4$.



ExO5: D'après la photographie prise par la technique Schlieren d'une petite balle dans l'air à 15°C et à la pression atmosphérique standard, il est bien noté que l'angle de Mach était 50°. Trouver la vitesse de cette balle.

ExO6: Un avion de type Boeing 727 vole en croisière à 520 mile/hr à une altitude de 33000 ft en un jour standard. Trouver ; **a)** le nombre de Mach du vol en croisière, **b)** la vitesse du vol correspondant à $M_{max} = 0.9$. (Donnée : à $z = 33000 \text{ ft}$; $T = 223 \text{ K}$).

ExO7: Un avion Lockheed SR-71 vole en croisière à $M = 3.3$ à l'altitude de $z = 85000 \text{ ft}$; ($T = 222 \text{ K}$). Trouver : **a)** la vitesse du son et du vol pour ces conditions, **b)** comparer la vitesse de vol à la vitesse d'une balle (700 m/s).

ExO8: Les données publiées indiquent qu'à une altitude de $z = 30000 \text{ ft}$, le F-56 est capable de faire des virages horizontaux soutenus à un taux de : **a)** 6°/s à $M = 0.7$; **b)** 3.5°/s à $M = 1.6$. Trouver le rayon de courbure et l'accélération normale produits par ces virages. (On donne : à $z = 30000 \text{ ft}$; $T = 229 \text{ K}$).

ExO9: La température varie linéairement de 288.2 K au niveau de la mer à 223.3 K approximativement à 10 km dans l'atmosphère standard. Trouver : **a)** le gradient vertical ; (dT/dz), **b)** dériver une expression pour le taux de variation de la vitesse sonore avec l'altitude, **c)** évaluer da/dz au niveau de la mer et à $z = 10 \text{ km}$.

ExO10: La photo d'une balle qui traverse l'air standard montre un angle de Mach, $\alpha = 28^\circ$. Quelle est la vitesse de balle ?

ExO11: L'air à 25°C s'écoulant à $M = 1.9$, déterminer ; **a)** la vitesse de l'air et, **b)** l'angle de Mach.

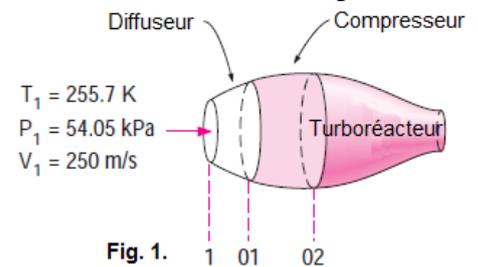
ExO12: Un gaz parfait ($\gamma = 1.4$) à $p = 50 \text{ psia}$ et $\rho = 0.27 \text{ lbm/ft}^3$, un projectile tirée dans ce gaz, avec un angle du cône de Mach de 20°. Trouver la vitesse du projectile relative au gaz.

Series N°2: 1D Compressible Flows

ExO1: L'argon s'écoule à travers un tube dont la condition initiale est $P_0 = 1.7 \text{ MPa}$ et $\rho_0 = 18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Et la condition à la sortie est $P_s = 248 \text{ kPa}$ et $T_s = 400 \text{ K}$. Estimer ; **a)** la température initiale, **b)** la masse volumique à la sortie, **c)** la variation d'enthalpie, et **d)** la variation entropie dans le gaz. (Données pour Ar : $r = 208 \text{ m}^2/\text{s}^2 \cdot \text{K}$ et $\gamma = 1.667$).

ExO2: Un gaz parfait s'écoule adiabatiquement à travers une conduite. A la section 1 : $P_1 = 140 \text{ kPa}$, $T_1 = 260^\circ\text{C}$ et $V_1 = 75 \text{ m/s}$. Loin en aval : $P_2 = 30 \text{ kPa}$ et $T_2 = 207^\circ\text{C}$. Calculer V_2 en $[\text{m/s}]$ et $s_2 - s_1$ en $[\text{J/kg} \cdot \text{K}]$ si le gaz est ; **a)** l'air, $\gamma = 1.4$; **b)** l'argon, $\gamma = 1.667$.

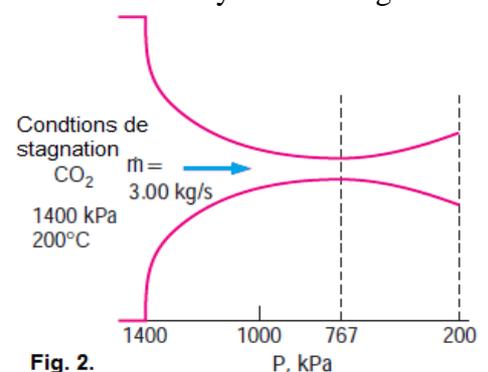
ExO3: Un avion volant en croisière à la vitesse de 250 m/s à une altitude de 5000 m où la pression atmosphérique est 54.05 kPa , et la température de l'air ambiant est 255.7 K . L'air ambiant est d'abord décéléré dans un diffuseur avant d'entrer dans le compresseur (voir **Fig. 1**). Supposons que le compresseur et le diffuseur soient isentropiques, déterminer ; **a)** la pression de stagnation à l'entrée du compresseur et **b)** le travail spécifique du compresseur si le rapport des pressions de stagnation du compresseur est 8.



ExO4: Un gaz ayant la masse molaire de 39.9 et le rapport des chaleurs spécifiques de 1.67 est déchargé d'un grand réservoir dans lequel règne la pression de 500 kPa , la température est 30°C et la vitesse est effectivement nulle à travers une tuyère. En supposant un écoulement isentropique unidimensionnel, trouver : **a)** - Si la pression à une certaine section de la tuyère est 80 kPa , le nombre de Mach, la température et la vitesse à cette section, **b)** - Si la tuyère a une section transversale circulaire et si son diamètre est 12 mm à la section de la question **a)** précédente, le débit massique de cette tuyère.

ExO5: Un gaz de masse molaire de 4 et un rapport des chaleurs spécifiques de 1.3, s'écoule à travers une conduite de section variable. A une certaine section dans l'écoulement la vitesse est 150 m/s , la pression est 100 kPa et la température est 15°C . Trouver le nombre de Mach dans cette section de l'écoulement. A une autre section dans cet écoulement la température était -10°C . Calculer le nombre de Mach, la pression, et la vitesse à cette deuxième section dans l'écoulement en le supposant qu'il soit isentropique et unidimensionnel.

ExO6: Le dioxyde de carbone (CO_2) s'écoule en permanence à travers une tuyère convergente-divergente comme montré sur la **Fig. 2**, à un débit massique de 3 kg/s . Le dioxyde de carbone entre la tuyère à une pression de 1400 kPa et une température de 200°C avec une vitesse faible, puis il s'étend dans la tuyère à une pression de 200 kPa . La conduite est conçue d'une façon que l'écoulement peut être supposé isentropique. Déterminer la masse volumique, la vitesse, la section et le nombre de Mach pour chaque position le long de la tuyère correspondant à une chute de pression de 200 kPa . (Données pour le CO_2 : $r = 189 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ et $\gamma = 1.3$).



ExO7: L'air s'écoule adiabatiquement à travers une conduite. Au point 1 la vitesse est 240 m/s , avec $T_1 = 320 \text{ K}$ et $P_1 = 170 \text{ kPa}$. Calculer ; **a)** T_{01} , **b)** P_{01} , **c)** ρ_0 , **d)** M , **e)** V_{max} et **f)** V^* . Au point 2 loin en aval $V_2 = 290 \text{ m/s}$ et $P_2 = 135 \text{ kPa}$. **g)** Quelle est la pression de stagnation P_{02} ?