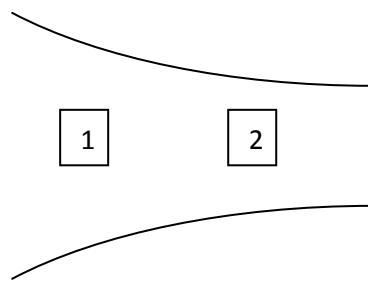


Mécanique des fluides compressibles

Exercice 5.1

De l'air s'écoule de manière isentropique dans une tuyère convergente d'une région (1) où la section a une surface égale à 50cm^2 vers une section (2) égale à 40cm^2 . On suppose $T_1 = 300\text{K}$, $p_1 = 100\text{kPa}$, $u_1 = 100\text{m/s}$.

- Trouver les valeurs de M_2 , p_2 , et T_2 .
- Vérifier que le débit est bien conservé.



Exercice 5.2

Le SSME (Space Shuttle Main Engine) génère un écoulement de vapeur d'eau (issu de la combustion de l'hydrogène avec l'oxygène) démarrant avec une température de $3'000\text{ K}$ dans la chambre de combustion et sortant de la tuyère à une température de 600 K . On suppose que l'écoulement est isentropique sur toute la longueur de la tuyère et que la vapeur d'eau se comporte comme un gaz parfait.

- Trouver le nombre de Mach de manière approximative (en supposant un rapport de chaleurs spécifiques constant) ainsi que le rapport entre l'aire de sortie et l'aire du col.
- Comment faudrait-il faire pour évaluer le nombre de Mach de sortie d'une manière plus rigoureuse (réfléchir au comportement des chaleurs spécifiques en fonction de la température) ?

Exercice 5.3

De l'air s'échappe d'un réservoir à travers un orifice que l'on considère comme une tuyère convergente d'aire de sortie de 50 cm^2 . On fait l'hypothèse que le réservoir est de grandeur suffisante pour pouvoir y ignorer toute variation de pression et de température au cours du temps. On supposera que l'écoulement est isentropique, que l'air se comporte comme un gaz calorifiquement parfait (avec $\gamma = 1.4$), et que la pression du réservoir est égale à 500 kPa et sa température à 400 K . Evaluer le débit massique pour des pressions arrières (« back pressure ») égales à $0, 125, 250$, et 375 kPa .

Exercice 5.4

De l'air s'échappe d'un pneu à travers un orifice que l'on considère comme une tuyère convergente avec un diamètre de sortie de 4 mm . La pression dans le pneu est de 220 kPa au-dessus de la pression atmosphérique (gage pressure en anglais), laquelle est à 94 kPa . L'air dans le pneu est à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Evaluer la vitesse initiale de sortie de l'air ainsi que le débit en supposant un écoulement isentropique.

Exercice 5.5

(fichier Excel)

Du dioxyde de carbone s'écoule à travers une tuyère avec un débit de 3.0 kg/s. Le gaz sort d'un réservoir à une pression et une température de 1'400 kPa et 200°C, et s'échappe de la tuyère à une pression de 200 kPa. On suppose que l'écoulement est isentropique sur toute la longueur de la tuyère et que le gaz se comporte comme un gaz calorifiquement parfait, avec $r = 188.9 \text{ J/kg.K}$, $\gamma = 1.289$, et $c_p = 846 \text{ J/kg.K}$.

- a. Pour des intervalles de pression de 200 kPa (donc aux sections où la pression est de 1'200 kPa, 1'000 kPa, 800 kPa, etc...), évaluer la température, la masse volumique, la vitesse, l'aire de la section, et le nombre de Mach à chaque section (faire les calculs pour une section, et utiliser un fichier Excel pour les autres).
- b. Tracer ces valeurs sur un graphe en fonction des valeurs de pression le long de la tuyère.
- c. Evaluer les valeurs de la température et de la pression aux conditions soniques.