

Take Home Exercises. Sound physics, Mach Number  
& 1D Isentropic Flows. Bundle N°1

---

**ExO1:** Un aéronef à grande vitesse navigue en air calme. En quoi la température de l'air au nez de l'avion diffère-t-elle de la température de l'air à une certaine distance de l'avion?

**ExO2:** Comment et pourquoi l'enthalpie de stagnation  $h_0$  est-elle définie? En quoi diffère-t-elle de l'enthalpie ordinaire (statique)

**ExO3:** Dans les applications de climatisation, la température de l'air est mesurée en insérant une sonde dans le flux d'écoulement. Ainsi, la sonde mesure réellement la température de stagnation. Cela cause-t-il une erreur significative?

**ExO4:** La vapeur s'écoule à travers un appareil avec une pression de stagnation de  $827 \text{ kPa}$ , une température de stagnation de  $370^\circ\text{C}$  et une vitesse de  $275 \text{ m/s}$ . En supposant un comportement de gaz parfait, déterminer la pression statique et la température de la vapeur à cet état.

**ExO5:** L'air circule dans un appareil de telle sorte que la pression de stagnation est de  $0.4 \text{ MPa}$ , la température de stagnation est de  $400^\circ\text{C}$  et la vitesse est de  $520 \text{ m/s}$ . Déterminer la pression statique et la température de l'air à cet état.

**ExO6:** Calculer la température et la pression de stagnation des substances suivantes s'écoulant dans un conduit: (a) hélium à  $0.25 \text{ MPa}$ ,  $50^\circ\text{C}$  et  $240 \text{ m/s}$ ; (b) azote à  $0.15 \text{ MPa}$ ,  $50^\circ\text{C}$  et  $300 \text{ m/s}$ ; et (c) de la vapeur à  $0.1 \text{ MPa}$ ,  $350^\circ\text{C}$  et  $480 \text{ m/s}$ .

**ExO7:** L'air entre dans un compresseur avec une pression de stagnation de  $100 \text{ kPa}$  et une température de stagnation de  $35^\circ\text{C}$  et il est comprimé à une pression de stagnation de  $900 \text{ kPa}$ . En supposant que le processus de compression soit isentropique, déterminer la puissance d'entrée du compresseur pour un débit massique de  $0.04 \text{ kg/s}$ .

**ExO8:** Déterminer la température de stagnation et la pression de stagnation de l'air qui s'écoule à  $36 \text{ kPa}$ ,  $238 \text{ K}$  et  $325 \text{ m/s}$ .

**ExO9:** Les produits de combustion pénètrent dans une turbine à gaz avec une pression de stagnation de  $0.90 \text{ MPa}$  et une température de stagnation de  $840^\circ\text{C}$ , et ils se dilatent jusqu'à une pression de stagnation de  $100 \text{ kPa}$ . En prenant  $\gamma = 1.33$  et  $r = 0.287 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$  pour les produits de combustion, et en supposant que le processus de détente est isentropique, déterminer la puissance de sortie de la turbine par unité de débit massique.

**ExO10:** Qu'est-ce que le son? Comment est-il généré? Comment ça voyage? Les ondes sonores peuvent-elles voyager dans le vide?

**ExO11:** Dans quel milieu une onde sonore se déplace-t-elle plus rapidement: à l'air frais ou à l'air chaud?

**ExO12:** Dans quel milieu une onde sonore se déplace-t-elle plus rapidement: dans l'air à  $20^{\circ}\text{C}$  et  $1\text{ atm}$  ou dans l'air à  $20^{\circ}\text{C}$  et  $5\text{ atm}$ ?

**ExO13:** Dans quel milieu le son voyagera-t-il le plus rapidement à une température donnée: air, hélium ou argon?

**ExO14:** La vitesse du son dans un milieu spécifié est-elle une quantité fixe ou change-t-elle à mesure que les propriétés du milieu changent? Expliquer.

**ExO15:** Le dioxyde de carbone entre dans une buse adiabatique à  $800\text{ K}$  avec une vitesse de  $50\text{ m/s}$  et sort à  $400\text{ K}$ . En supposant des chaleurs spécifiques constantes à température ambiante, déterminer le nombre de Mach (**a**) à l'entrée et (**b**) à la sortie de la tuyère. Évaluer la précision de l'approximation de la chaleur spécifique constante.

**ExO16:** L'azote entre dans un échangeur de chaleur à débit constant à  $150\text{ kPa}$ ,  $10^{\circ}\text{C}$  et  $100\text{ m/s}$ , et il reçoit de la chaleur à raison de  $120\text{ kJ/kg}$  à mesure qu'il le traverse. L'azote quitte l'échangeur de chaleur à  $100\text{ kPa}$  avec une vitesse de  $200\text{ m/s}$ . Déterminer le nombre de Mach de l'azote à l'entrée et à la sortie de l'échangeur de chaleur.

**ExO17:** En supposant un comportement de gaz parfait, déterminer la vitesse du son dans le réfrigérant  $R134a$  à  $0.9\text{ MPa}$  et  $60^{\circ}\text{C}$ .

**ExO18:** L'air se dilate de manière isentropique de  $2.2\text{ MPa}$  et  $77^{\circ}\text{C}$  à  $0.4\text{ MPa}$ . Calculer le rapport entre la vitesse initiale et la vitesse finale du son.

**ExO19:** L'avion de passagers Airbus A-340 a une masse maximale au décollage d'environ  $260000\text{ kg}$ , une longueur de  $64\text{ m}$ , une envergure de  $60\text{ m}$ , une vitesse de croisière maximale de  $945\text{ km/h}$ , une capacité de  $271$  passagers, une altitude de croisière maximale de  $14000\text{ m}$  et autonomie (portée) maximale de  $12000\text{ km}$ . La température de l'air à l'altitude de croisière est d'environ  $-60^{\circ}\text{C}$ . Déterminer le nombre de Mach de cet avion pour les conditions limites indiquées.

**ExO20:** Le dioxyde de carbone au repos à  $900\text{ kPa}$  et  $500\text{ K}$  est accéléré de manière isentropique jusqu'à un nombre de Mach de  $0.6$ . Déterminer la température et la pression du dioxyde de carbone après l'accélération.

**ExO21:** En mars 2004, la NASA a lancé avec succès un statoréacteur expérimental à combustion supersonique (appelé Scramjet) qui a atteint un nombre record de Mach de  $7$ . En prenant la température de l'air à  $-20^{\circ}\text{C}$ , déterminer la vitesse de ce moteur.