Mécanique des fluides compressibles

NB : Pour les exercices, s'entraîner à utiliser les équations ET les tables

Exercice 4.1

Considérer un écoulement isentrope au-dessus d'une aile d'avion. Les conditions en amont sont T_∞ = 245 K et p_∞ = 43'500Pa. On suppose que le gaz est parfait avec γ = 1.4 et r = 287 $JKg^{-1}K^{-1}$. En un point de l'aile, la pression est p = 36'000 Pa. Calculer la masse volumique en ce point.

Exercice 4.2

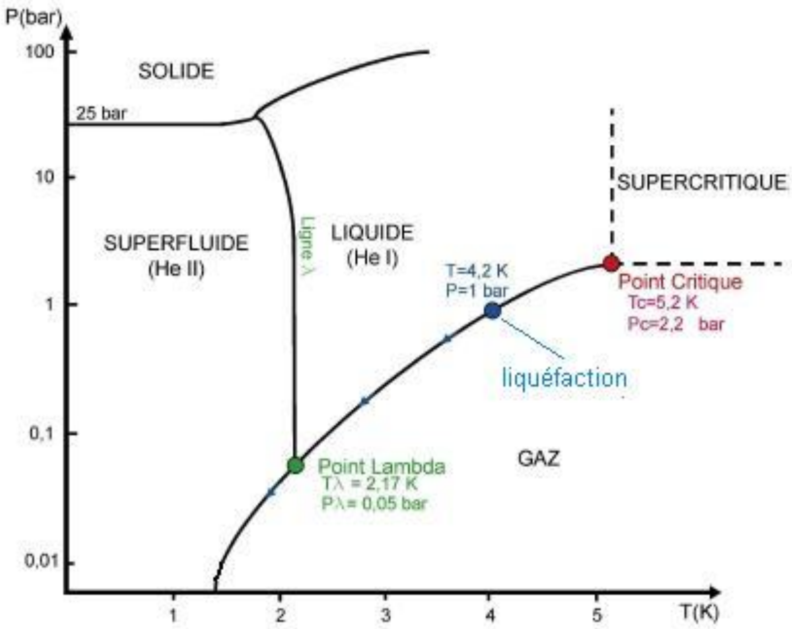
De l'air s'échappe par la valve de la chambre à air d'un pneu. La température dans la section de sortie est de 15°C. On suppose que la température dans la chambre à air est la température ambiante, soit 30°C. Quelle est la vitesse à la sortie de la valve ? On supposera que le processus est adiabatique et sans frottement.

Exercice 4.3

Un avion transsonique (avion de ligne) vole à Mach 0.9 à une altitude où la température de l'air est de – 50 °C. Evaluer la température sur le « nez » de l'avion. On suppose que le gaz est parfait avec γ = 1.4.

Exercice 4.4

Une soufflerie hypersonique à base d'hélium (He) a une veine d'essai avec un nombre de Mach égal à 15 (!). Pour des conditions de réservoir de 50 atm et 800 K, évaluer la pression et la température dans la veine d'essai. Est-ce que la condensation de l'hélium peut être un souci ?



Exercice 4.5

Dérivée fondamentale

Le comportement d'un écoulement compressible d'un fluide quelconque dépend de sa dérivée fondamentale Γ, donnée au chapitre 4 (équation 4.20):

$$\Gamma = \frac{a^4}{2v^3}\left(\frac{\partial^2 v}{\partial p^2}\right)_s$$

L'objectif est de démontrer l'expression 4.19 dans le cours : $\left(\frac{\partial a^2}{\partial p}\right)_s = \frac{2}{\rho}(\Gamma - 1)$

a. En utilisant vos cours de maths ou de thermodynamique, retrouver (ou montrer) la raison pour laquelle il est possible d'écrire (pour un système bi-variant) :

$$\left(\frac{\partial p}{\partial \rho}\right)_s = \frac{1}{\left(\frac{\partial \rho}{\partial p}\right)_s}$$

b. Montrer alors que (avec $\rho = 1/v$) :

$$\left(\frac{\partial p}{\partial \rho}\right)_s = -\frac{v^2}{\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_s}$$

c. Montrer ainsi :

$$\left(\frac{\partial a^2}{\partial p}\right)_s = \frac{2}{\rho}(\Gamma - 1)$$

d. Evaluer Γ pour un gaz parfait.