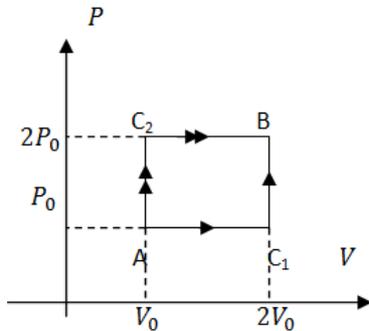


Exercice 1 : variations d'une fonction d'état

Un gaz parfait ($\gamma = \frac{c_p}{c_v}$) de n moles, subit deux transformations différentes d'un même état initial $A(P_0, V_0)$ vers un même état final $B(2P_0, 2V_0)$.



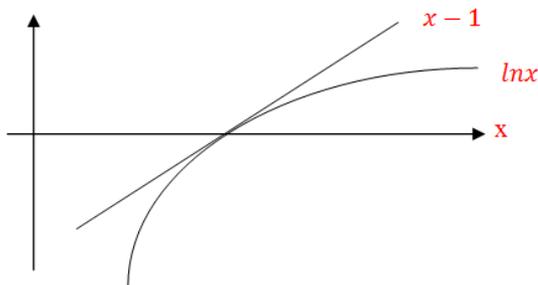
- La transformation AC_1B constituée d'une isobare AC_1 et d'une isochore C_1B
- La transformation AC_2B constituée d'une isochore AC_2 et d'une isobare C_2B

Toutes ces transformations sont supposées mécaniquement réversibles.

- a) Calculer, pour chaque transformation, le travail et le transfert thermique reçu par le gaz de la part du milieu extérieur en fonction de P_0, V_0 et γ
- b) Calculer la variation d'énergie interne ΔU_{AB} pour les deux transformations AB .
- c) Faire un bilan de vos résultats dans un tableau. Identifier alors les grandeurs dont les variations sont indépendantes du chemins suivis

Activité 2 : Transformations irréversibles ?

Données : On représente ci-dessous les fonctions $x - 1$ et $\ln x$ en fonction de $x > 0$



1) Transformation monotherme isochore :

On considère n moles de gaz parfait ($\gamma = \frac{c_p}{c_v}$) enfermés dans un cylindre muni d'un piston et subissant une transformation monotherme : les échanges thermiques ne se font qu'avec un seul thermostat.

- a) La transformation est isochore et fait passer la température initiale T_i à la valeur $T_f > T_i$. Décrire le dispositif (paroi du récipient, extérieur).
- b) Avec une analyse qualitative, prévoir si cette transformation est réversible. Justifier.
- c) Evaluer le travail des forces de pression et le transfert thermique
- d) Calculer la variation d'entropie
- e) Calculer l'entropie d'échange
- f) Exprimer l'entropie créée. Conclusion

2) Transformation monotherme isobare :

On considère n moles de gaz parfait ($\gamma = \frac{c_p}{c_v}$) enfermés dans un cylindre muni d'un piston et subissant une transformation monotherme : les échanges thermiques ne se font qu'avec un seul thermostat

- a) La transformation est isobare (à la pression P_0) et on fait passer de manière mécaniquement réversible le gaz de son volume initial V_i (température T_i) à un volume final $V_f < V_i$ (température finale T_f). Décrire le dispositif (paroi du récipient, extérieur). S'agit-il d'une compression ?
- b) Avec une analyse qualitative, prévoir si cette transformation est réversible. Justifier.
- c) Evaluer le travail des forces de pression et le transfert thermique
- d) Calculer la variation d'entropie
- e) Calculer l'entropie d'échange
- f) Exprimer l'entropie créée. Conclusion

3) Transformation isotherme :

On fait passer n moles de gaz parfait ($\gamma = \frac{c_p}{c_v}$) d'un volume initial V_i (température T_i) à un volume final $V_f < V_i$ (température finale T_f) dans un réacteur thermomécanique dépourvu de frottement au cours d'une transformation isotherme.

- a) Décrire le réacteur et la nature de la transformation.
- b) Avec une analyse qualitative, prévoir si cette transformation est réversible. Justifier.
- c) Evaluer le travail des forces de pression et le transfert thermique
- d) Calculer la variation d'entropie
- e) Calculer l'entropie d'échange
- f) Exprimer l'entropie créée. Conclusion

4) Transformation adiabatique :

On fait passer n moles de gaz parfait ($\gamma = \frac{c_p}{c_v}$) de manière mécaniquement réversible d'un volume initial V_i (température T_i) à un volume final $V_f < V_i$ (température finale T_f) dans un réacteur thermomécanique dépourvu de frottement au cours d'une transformation adiabatique.

- a) Décrire le réacteur et la nature de la transformation.
- b) Avec une analyse qualitative, prévoir si cette transformation est réversible. Justifier.

- c) Donner l'expression de température T_f subie par le gaz en fonction de T_i, V_f, V_i et γ
- d) Evaluer le travail des forces de pression en fonction de T_i, V_f, V_i et γ et le transfert thermique.
- e) Calculer la variation d'entropie
- f) Calculer l'entropie d'échange
- g) Exprimer l'entropie créée. Conclusion

- 1) Ecrire l'équation mécanique de la masse m en négligeant le poids et les effets visqueux.
- 2) Trouver l'expression de $p(z)$ en fonction de P_0, A, γ, V et z dans l'hypothèse d'oscillations de petites amplitudes (on rappelle que $(1 + \varepsilon)^n \approx 1 + n\varepsilon$ si $\varepsilon \ll 1$).
- 3) En déduire l'expression de la fréquence f_0 des oscillations.

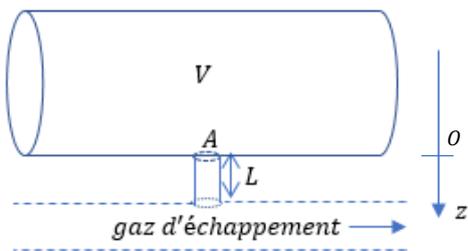
Applications

Activité 3 : Résonateur d'Helmholtz

Le résonateur d'Helmholtz est une cavité ouverte remplie d'air. Ce gaz oscille notablement au niveau de l'ouverture lorsqu'il est stimulé à une certaine fréquence : la fréquence de résonance. On fixe la géométrie de ces cavités pour régler la fréquence de résonance de l'onde acoustique. Ce procédé est utilisé dans certains tuyaux d'échappement.



On va modéliser le résonateur par un cylindre de volume $V \gg AL$ surmonté d'un autre cylindre de section A et de hauteur L .

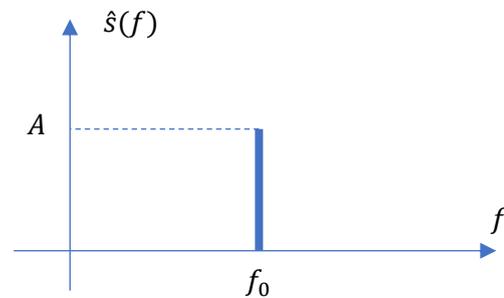
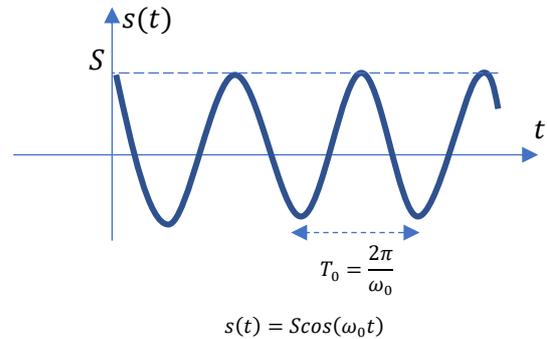


Le gaz contenu dans le cylindre de section A est affecté d'une masse m . Il peut être assimilé à un « bloc solide » de masse volumique ρ en oscillation. L'extrémité supérieure de ce « bloc solide » est repéré par sa côte verticale z . En l'absence d'oscillations, on fixe cette côte z à $z = 0$.

Le volume V contient un gaz supposé parfait, non visqueux et à la pression $P(z) = P_0 + p(z)$ où P_0 est la pression atmosphérique et $p(z)$ traduit les variations algébriques de pression liées aux oscillations (donc $p(z = 0) = 0$).

Les parois du récipient sont supposées calorifugées : les compressions et détentes de l'air dans V sont adiabatiques. Les oscillations sont suffisamment lentes pour être considérées comme mécaniquement réversibles.

L'oscilloscope permet l'analyse spectrale du signal acquis avec la fonction FFT (menu maths). Dans le cas d'un signal $s(t)$ sinusoïdal le lien entre représentation temporelle et spectrale est le suivant :



- 4) Obtenir le spectre du signal sonore à l'aide d'un oscilloscope. Interpréter.

Rq : La fréquence mesurée est au-dessus de celle attendue car la longueur L du bloc d'air en oscillation est sous estimée : une partie de l'air en dehors de l'enbouchure oscille aussi (il faut typiquement rajouter 1 cm à L).

Activité 4 : Rendement d'un système de chauffage (c64d-1760368)

Matériels :

- Bouilloire
- Puissancemètre (et sa documentation technique)
- Thermomètre
- Chronomètre
- balance

Donnée :

- Capacité calorifique massique de l'eau $c_{eau} \approx 4185 J \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}$

Effectuer les mesures permettant d'estimer ce rendement ainsi que son incertitude avec la méthode de Monté Carlo.