

17 avril 2025

Série 9 : Second principes de la thermodynamique

Exercice 1: Mise en service d'un réfrigérateur (Niveau 2)

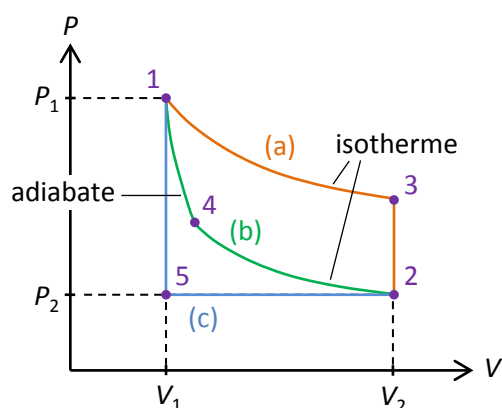
À l'arrêt, un réfrigérateur est en équilibre thermique avec l'atmosphère d'un local à température 20°C . La capacité calorifique du réfrigérateur (incluant l'air à l'intérieur) est $C = 50 \text{ kJ K}^{-1}$; on suppose cette valeur indépendante de la température à l'intérieur du réfrigérateur. On met alors le réfrigérateur en service. Celui-ci fonctionne de manière quasi-statique. La température intérieure atteint 5°C en trente minutes.

- Calculer les chaleurs échangées par le fluide thermique avec les sources chaude et froide pendant cette durée.
- Déterminer la puissance mécanique P reçue par le fluide thermique circulant dans le réfrigérateur.

Exercice 2: Variation de l'entropie (Niveau 2)

On considère un gaz parfait, de capacité calorifique totale C_V et initialement à la pression P_0 , à la température T_0 et de volume V_0 . Le système est supposé fermé.

- Dans chaque cas listé ci-dessous, déterminer la variation d'entropie ΔS , en supposant les transformations réversibles.
 - Transformation isobare de V_0 à V_1 .
 - Transformation isotherme de V_0 à V_1 .
 - Transformation adiabatique de V_0 à V_1 .
 - Transformation isochore de T_0 à T_1 .
- À partir des résultats obtenus à la question précédente, vérifier que la variation d'entropie entre les états 1 et 2 est la même pour les trois chemins représentés sur la figure ci-dessous.



Exercice 3: Comparaison entre contact direct et machine thermique (*Niveau 2*)

On considère deux corps identiques, isolés du milieu extérieur, et de même capacité calorifique à volume constant C . On suppose que les variations d'énergie interne des deux corps s'expriment sous la forme $dU = CdT$.

Les températures initiales des deux corps sont $T_{1,0}$ et $T_{2,0}$ avec $T_{1,0} > T_{2,0}$. Ils sont mis en contact thermique, cette opération ayant lieu à volume constant.

- (a) Exprimer la température finale d'équilibre en fonction de $T_{1,0}$ et $T_{2,0}$.
- (b) Calculer la création d'entropie correspondant à cette opération.

On veut maintenant utiliser la différence de température des deux corps précédents pour faire fonctionner un moteur thermique cyclique réversible. Le corps chaud, initialement à la température $T_{1,0}$, constitue alors la source chaude, et le corps froid, initialement à $T_{2,0}$, la source froide du système. Pour chaque cycle décrit par la machine thermique, on considère que la température des deux corps varie de façon infinitésimale.

- (c) Calculer la température finale T_f des deux corps en fonction de $T_{1,0}$ et $T_{2,0}$.
- (d) Calculer le travail fourni en fonction de C , $T_{1,0}$ et $T_{2,0}$.

Exercice 4: Bilan entropique d'un mélange de deux gaz (*Niveau 3*)

Un cylindre isolé est partagé en deux compartiments de volumes respectifs V_1 et V_2 . Dans le compartiment 1 il y a n_1 moles d'un gaz parfait à la température T et sous la pression P , alors que dans le compartiment 2 il y a n_2 moles d'un autre gaz parfait aux mêmes température T et pression P . On suppose que les deux gaz ont le même coefficient adiabatique γ . On supprime la cloison qui sépare les deux compartiments sans effectuer aucun travail. Déterminer le bilan entropique du mélange des deux gaz. *Application numérique: Considérer le cas où 2 moles de N_2 se mélangent avec une mole de O_2 .*