Exercice n°1

Exprimer la variation élémentaire d'entropie d'une mole de gaz parfait, en fonction des variables indépendantes T et V. En déduire la variation d'entropie d'une mole de gaz parfait, lorsqu'on triple simultanément la température T_i et le volume V_i initiaux du gaz, par deux méthodes différentes.

$\gamma = \frac{7}{5}$; $R = 8.32\ J.K^{-1}\ mol^{-1}$

Exercice n°2

Un gaz parfait est comprimé de manière isotherme. Le volume initial est V_o, la température initiale T_o, la pression initiale P_o et le volume final est $V_F = V_o/K$ avec K = 10.

1. Cette opération peut-elle se faire de manière réversible ? Si non, pourquoi, et si oui comment.
2. Quelle est la pression à l'état final ? Quelle est la variation d'énergie interne ? Quelle relation y a-t-il entre la chaleur et le travail reçus par le gaz durant la compression ?
3. En supposant la transformation réalisée de manière réversible, calculer le travail reçu par le gaz. Que vaut la variation d'entropie de l'ensemble (sources de chaleur utilisées + gaz) ?

Exercice n°3

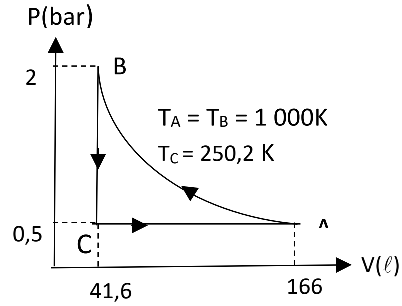
On plonge un morceau de cuivre de masse m = 50 g, initialement à 20°C, dans un récipient contenant une très grande quantité d'eau à 100°C. A l'état final, la température du morceau de cuivre est de 100°C. Déterminer la création d'entropie lors de cette évolution.

La capacité thermique massique du cuivre : $c_{cu} = 385\ J.kg^{-1}.K^{-1}$

Exercice n°4

On considère un cycle comportant une isotherme AB, une isochore BC et une isobare CA, décrit par une mole de gaz parfait diatomique (γ = 1,4)

Calculer la variation d'entropie du gaz lors de ces trois évolutions.



Exercice n°5

Un cylindre parfaitement calorifugé, muni d'un piston mobile sans frottement, également calorifugé, contient un gaz parfaitement diatomique (γ= 1,4). Initialement la pression du gaz à l'intérieur du cylindre est P_i= 0,5 bar, le volume $V_i = 1\ell$ et la température T_i = 298 K. La pression extérieure est $P_{ext} = 2P_i$ = 1 bar

1. On amène le gaz de façon réversible à la pression $P_f = P_{ext}$

Calculer le volume V_f et la température T_f à l'état final. Calculer la création d'entropie

2. En partant du même état initial que précédemment, on abandonne le piston et on laisse l'équilibre s'établir. Calculer le volume V'_f et la température T'_f à l'état final. Calculer la création d'entropie.

Exercice n°6

Une mole de gaz parfait diatomique (γ= 1,4) effectue le cycle de transformation suivant au cours duquel il est contact avec une seule source de chaleur à la température T= 350K.

- Une isotherme AB de $V_A = 1\ell$ à $V_B = 0,5\ \ell$ à la température $T_A=T_B=T$ = 350K
- Une adiabatique réversible BC
- Une isochore CA

1. Calculer les travaux et transferts thermiques échangés au cours de chaque transformation.
2. Vérifier l'énoncé de Kelvin du deuxième principe.

Exercice n°7

On considère 1 kilogramme d'air (gaz parfait) subissant un cycle de Carnot $A_1A_2A_3A_4$: A_1A_2 et A_3A_4 isothermes, A_2A_3 et A_4A_1 adiabatiques réversibles. La température au point A_1 est T_1= 300K. Les pressions aux points A_1, A_2, A_3, sont respectivement : P_1 = 1 atm, P_2 = 3 atm, et P_3 = 9 atm. On donne $c_p = 10^3\ J.kg^{-1}.K^{-1}$ et $\gamma = \frac{7}{5}$

1. Déterminer : la température T_3 de l'isotherme A_3A_4, la pression P_4 en A_4
2. Représenter ce cycle dans le diagramme de Clapeyron (P,V)
3. Calculer le travail et les quantités de chaleur échangées au cours du cycle
4. Calculer le rendement thermodynamique du cycle de deux manières :

a. A partir du bilan thermique du cycle
b. A partir des températures extrêmes du cycle.

5. Calculer pour chacune des quatre transformations, les variations ΔS de l'entropie du gaz.
Vérifier que $(\Delta S)_{cycle} = 0$

Exercice n°8

On utilise une pompe à chaleur réversible pour chauffer l'eau d'une piscine de volume 100 m^3, initialement à 15°C. La source froide est constituée par l'atmosphère à 15°C également. On porte la température de l'eau de la piscine à 23°C. Déterminer l'efficacité de cette pompe à chaleur. Quelle serait la température atteinte par l'eau si le travail était directement utilisé pour chauffer l'eau par effet Joule ?
Masse volumique de l'eau ρ = 1000 $kg.m^{-3}$ - Capacité thermique massique de l'eau c_e = 4185 $J.kg^{-1}.K^{-1}$

Exercice n°9

Le cycle Beau de Rochas est le cycle de fonctionnement d'un moteur à explosion en 4 phases successives correspondant chacune à un aller-simple du piston (moteur 4 temps).
Le mélange (air + carburant) est assimilé à un même gaz parfait de coefficient isentropique $\gamma = 1,4$.
Les transformations sont en théorie :

- **AB** : admission isotherme et isobare à P_{atm} : on néglige la baisse de pression due à l'ouverture de la soupape.
  BC : adiabatique réversible = isentropique : on néglige les transferts thermiques à travers les parois du récipient si on suppose ls évolutions suffisamment rapides, on néglige les frottements.
- **CD** : échauffement isochore : on suppose qu'il n'y a pas de réaction chimique et que tout se passe comme si le système recevait d'une source de chaleur fictive une certaine quantité de chaleur (celle dégagée en fait par la réaction)
- **DE** : adiabatique réversible = isentropique
- **EB** : refroidissement isochore : l'ouverture de la soupape ramène le gaz à P_{atm} suffisamment rapidement pour que le gaz n'ait pas le temps de s'échapper.
- **BA** : expulsion isotherme et isobare.

1. En notant a = $\frac{V_{max}}{V_{min}}$, le rapport des volumes, montrer que le rendement se met sous la forme $r = 1 - a^{1-\gamma}$

Calculer le rendement du cycle Beau de Rochas r_{BR} pour a =6

2. On cherche à comparer ce cycle avec celui d'un moteur ditherme idéal : le cycle de Carnot
   a. Quelle serait la valeur de la température de la source froide T_f et celle de la source chaude T_C. Le transfert thermique fourni par la combustion du mélange (air- carburant) vaut Q_C= 2000 kJ. Kg^{-1}.
   b. En déduire le rendement du cycle de Carnot réversible r_{CR} avec r_{BR}. Conclure à l'irréversibilité d'un tel moteur

Exercice n°10

Dans une machine frigorifique dont le fluide est assimilable à un gaz parfait, une mole de fluide parcourant un cycle reçoit un transfert thermique $Q_2 > 0$ d'une source froide de température T_2 = 268K, et un transfert thermique $Q_1<0$ d'une source chaude de température T_1 = 293K. Le compresseur délivre dans le même temps un travail W.
Le cycle comprend les transformations réversibles suivantes :

- une compression adiabatique de T_2 à T_1
– une compression isotherme de à T_1
– une détente adiabatique de T_1 à T_2
– une détente isotherme à T_2

Exprimer W en fonction de Q_1 et des températures. Pourquoi est-il impossible d'abaisser la température de la source froide au zéro absolu ?
Définir et calculer l'efficacité **e** du cycle