

THERMODYNAMIQUE**TD5 - Deuxième Principe de la Thermodynamique****Exercice 1 - Calcul de variations d'entropie**

1. Calculer les variations d'entropie de 14 g de diazote, considéré comme un gaz parfait, dans les transformations suivantes (en partant du même état initial $T_0 = 298$ K et $P_0 = 1$ atm) :

a) Le volume double de manière isotherme réversible.

b) Le volume double dans une détente irréversible à 298 K, contre une pression extérieure nulle.

c) Le volume double de manière adiabatique réversible.

2. Préciser pour chacune de ces transformations la variation d'entropie du milieu extérieur et celle de l'ensemble « gaz + milieu extérieur ». On considère que le milieu extérieur conserve une température constante de 298 K.

Exercice 2 - Mélange de gaz parfaits

Deux réservoirs de même volume $V = 1,1$ L sont reliés par un tuyau de volume négligeable.

Un robinet initialement fermé permet d'isoler les deux réservoirs. L'ensemble est isolé

thermiquement du milieu extérieur et est mécaniquement indéformable. L'un des réservoirs

contient du dihydrogène à la température $T_1 = 20$ °C sous la pression $P_1 = 1$ atm. L'autre est

rempli d'hélium à $T_2 = 100$ °C et $P_2 = 3$ atm. Le robinet est ouvert et le système atteint un nouvel état d'équilibre.

1. Calculer le nombre de moles n_1 et n_2 de chaque gaz.

2. Quelle est la variation d'énergie interne ΔU de cette transformation ? Calculer la température finale T de l'ensemble des deux gaz.

3. Calculer la variation d'entropie totale ΔS de cette transformation.

Donnée : $R = 8,31$ J.K⁻¹.mol⁻¹.

Exercice 3 - Entropie et changement d'état

Calculer la variation d'entropie de $M = 30 \text{ g}$ d'eau, dont la température initiale vaut $T_1 = -40 \text{ °C}$ et la température finale $T_5 = 100 \text{ °C}$ (phase gazeuse). L'opération s'effectue de façon réversible sous la pression atmosphérique constante.

Données :

Capacité thermique massique de la glace : $c_G = 2,1 \text{ J.K}^{-1}.\text{g}^{-1}$;

Capacité thermique massique de l'eau liquide : $c_L = 4,18 \text{ J.K}^{-1}.\text{g}^{-1}$;

Capacité thermique massique de la vapeur d'eau : $c_V = 2,0 \text{ J.K}^{-1}.\text{g}^{-1}$;

Enthalpie de fusion de la glace : $\Delta H_F = 334,4 \text{ J.g}^{-1}$;

Enthalpie de vaporisation de l'eau : $\Delta H_V = 2240 \text{ J.g}^{-1}$.

Exercice 4 - Diagramme entropique

De l'air (gaz supposé parfait) occupe initialement un volume $V_1 = 60 \text{ L}$ à la température $T_1 = 300 \text{ K}$ sous la pression $P_1 = 1 \text{ atm}$. Le gaz subit une compression isotherme jusqu'à la pression $P_2 = 6P_1$, puis est chauffé de façon réversible à pression constante jusqu'à la température T_3 . Son volume à la fin de l'échauffement est $V_3 = V_1/2$. L'air subit ensuite une détente adiabatique réversible jusqu'au volume initial V_1 , et est enfin ramené à l'état initial par une transformation isochore. On suppose que pour l'air γ vaut 1,4 et que toutes les transformations sont réversibles.

1. Calculer P et V pour tous les états.
2. Représenter précisément le cycle de transformations dans le diagramme de Clapeyron.
3. Comment varie la température d'un gaz parfait en fonction de son entropie lors de transformations isobares ou isochores ?
4. Représenter le cycle dans un diagramme entropique (T, S) en précisant les caractéristiques des états intermédiaires. On prendra comme origine des entropies celle du gaz à l'état initial ($S_1 = 0$).