

SERIE N°1

EXERCICE 1 : L'état initial d'une mole de gaz parfait est caractérisé par $P_0 = 2 \cdot 10^5$ Pa , $V_0 = 14$ L . On fait subir successivement à ce gaz les transformations réversibles suivantes :

- Une détente isobare qui double son volume.
- Une compression isotherme qui le ramène à son volume initial.
- Un refroidissement isochore qui le ramène à l'état initial.

1. Représenter le cycle de transformations dans le diagramme (P , V) .
2. A quelle température s'effectue la compression isotherme ? En déduire la pression maximale atteinte.
3. Calculer les travaux et transferts thermiques échangés par le système au cours du cycle, soient : W_1, W_2, W_3 et Q_1, Q_2, Q_3 . en fonction de P_0, V_0 et $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1,4$.
4. Vérifier $\Delta U = 0$ pour le cycle.

Solution :

1. Le cycle de transformations dans le diagramme (P , V) :

2. $T_1 = 2T_0, P_2 = 2P_0$

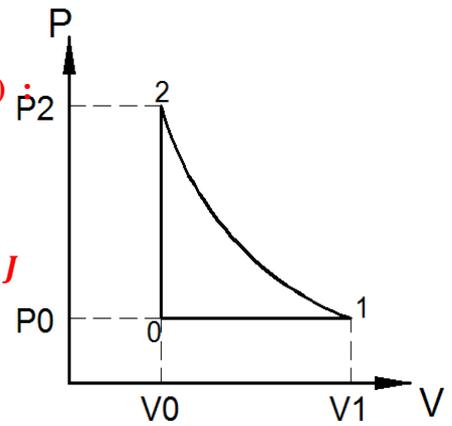
3. $W_1 = -P_0V_0 = -2,8 \times 10^3$ J

$W_2 = 2P_0V_0 \ln 2 = 3,9 \times 10^3$ J , $W_3 = 0$ J

$Q_1 = \frac{\gamma}{\gamma-1} P_0V_0 = 9,8 \times 10^3$ J , $Q_2 = -2P_0V_0 \ln 2 = -3,9 \times 10^3$ J

$Q_3 = -\frac{1}{\gamma-1} P_0V_0 = -7 \times 10^3$ J

4. $\Delta U_{\text{cycle}} = 0$



EXERCICE 2 : Une mole de $N_2(g)$, considérée comme un gaz parfait est portée de 20°C à 100°C . Calculer la quantité de chaleur Q reçue par ce système, sa variation d'énergie interne et sa variation d'enthalpie dans les 2 cas suivants :

1. Lorsque la transformation est isochore.
2. Lorsque la transformation est isobare.

On donne $C_p(N_2, g) = 33$ J . mol⁻¹ .K⁻¹ et $R = 8,31$ J . mol⁻¹ .K⁻¹

Solution : 1- $Q_v = 1975,2$ J, 2- $Q_p = 2640$ J

EXERCICE 3 : Calculer la variation d'entropie de 2 moles de gaz parfait qui se détend de 30 à 50 litres de manière isotherme et irréversible.

- a) Calculer l'entropie créée.
- b) Même question que celle de (a), mais la détente n'est plus isotherme, la température passant de 300K à 290K.

On donne $C_v = 5$ cal/mol . K

Solution : a) $\Delta S_s = 2,04$ cal/K , $\Delta S_{ech} = 1,6$ cal/K , $\Delta S_{crée} = 0,44$ cal/K

b) $\Delta S_s = 1,7$ cal/K

EXERCICE 4 : Dans un four préalablement chauffé à 900°C, on introduit une mole d'une substance solide prise à 25°C. Sachant qu'entre 25°C et 900°C, cette substance reste solide et que sa chaleur molaire à pression constante $C_p = 30 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

1. Calculer la variation d'entropie du solide.
2. Calculer la variation d'entropie échangée entre le four et le solide.
3. En déduire la variation d'entropie créée au cours du chauffage.

Solution : 1- $\Delta S_s = 41,11 \text{ J/K}$, 2- $\Delta S_{ech} = 22,38 \text{ J/K}$, 3- $\Delta S_{crée} = 18,73 \text{ J/K}$

EXERCICE 5 : Une masse constante de gaz parfait parcourt le cycle représenté ci dessous. le rapport des capacités thermiques à pression constante et à volume constants de cette masse est $\gamma = 1,4$. Le gaz initialement dans l'état A caractérisé par une pression $P_A = 1 \text{ bar}$, une température $T_A = 144,4 \text{ K}$, et un volume $V_A = 414 \text{ cm}^3$, subit une évolution adiabatique qui l'amène à la température $T_B = 278,8 \text{ K}$.

1. Calculer le pression P_B et le volume V_B dan l'état B.
2. Le gaz est mis en contact avec une source de chaleur à la température T_B et subit une détente isotherme réversible qui ramène son volume à sa valeur initiale V_A , calculer le pression P_C à l'état C.
3. Calculer la valeur d'entropie ΔS_{BC} au cours de la transformation B \rightarrow C.
4. Le gaz dans l'état C est alors mis en contact avec une source de chaleur à la température T_A tandis que son volume est maintenu constant. Calculer la variation d'entropie ΔS_{CA} et l'entropie créée S_C au cours de la transformation C \rightarrow A

Solution : 1- $P_B = P_A \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = 10 \text{ bar}$, $V_B = V_A \left(\frac{P_A}{P_B}\right)^{\frac{1}{\gamma}} = 80 \text{ cm}^3$

$$2- P_C = P_B \frac{V_B}{V_A} = 1,93 \text{ bar}$$

$$3- \Delta S_{BC} = \frac{P_B V_B}{T_B} \ln \left(\frac{V_A}{V_B}\right) = 0,472 \text{ J/K}$$

$$4- \Delta S_{CA} = \frac{1}{\gamma-1} \frac{P_A V_A}{T_A} \ln \left(\frac{T_A}{T_B}\right) = 0,472 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{CA}^s = \Delta S_{CA}^{ech} + \Delta S_{CA}^{crée}, \Delta S_{CA}^{ech} = \frac{1}{\gamma-1} \frac{P_A V_A}{T_A} \left(\frac{T_A - T_B}{T_A}\right) = 0,668 \text{ J/K}, \Delta S_{CA}^{crée} = 0,196 \text{ J/K}$$

On peut obtenir ce résultat en utilisant le fait qu'au cours du cycle ABCA, $\Delta S_{cycle} = 0$ en effet la variation d'entropie au cours de tout le cycle ABCA est : $\Delta S_{cycle} = \Delta S_{AB} + \Delta S_{BC} + \Delta S_{CA}$

$$\Delta S_{cycle} = \Delta S_{BC} + \Delta S_{CA}^{ech} + \Delta S_{CA}^{crée} = 0 \Rightarrow \Delta S_{CA}^{crée} = -\Delta S_{BC} - \Delta S_{CA}^{ech} = 0,196 \text{ J/K}$$

