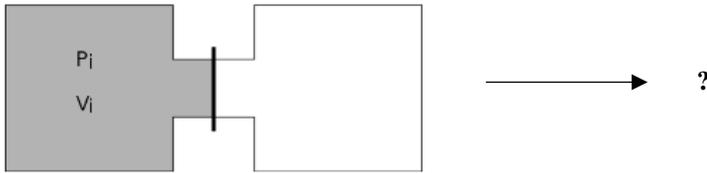


## Chapitre 2 : Second principe de la thermodynamique

### Introduction : insuffisance du premier principe

On considère une enceinte constituée de deux compartiments égaux de volume  $V = 40 \text{ L}$ . Initialement, seul un des deux compartiments est rempli d'une quantité de matière de gaz est  $n = 1,0 \text{ mol}$ . La pression initiale est  $P_0 = 10 \text{ bar}$  et la température initiale  $T_0 = 293 \text{ K}$ . Les parois sont rigides et athermanes.



- $Q =$

- $W =$

- **1<sup>er</sup> principe :  $\Delta U =$**

- La variation d'énergie interne du système {gaz+vide} **isolé** est nulle et ne peut nous renseigner sur l'évolution du système.
- La transformation est **irréversible**
- Le système évolue **spontanément vers un état plus désordonné**

→ nécessité d'introduire une nouvelle fonction d'état nous permettant de **prendre en compte les phénomènes d'irréversibilité et de prédire l'évolution le sens d'évolution d'un système : L'ENTROPIE.**

### **I. La fonction d'état entropie S – Second principe de la thermodynamique**

#### **1. Enoncé du second principe**

- Le second principe postule l'existence d'une nouvelle fonction d'état extensive, l'entropie S (en  $\text{J.K}^{-1}$ ), mesurant le désordre moléculaire
- Le second principe dit que la variation d'entropie au cours de la transformation d'un système fermé s'écrit :

$$\Delta S =$$

$S_e$  correspond à

- $S_e =$

$S_c$  correspond à

- pour une transformation réversible :  $S_c$

- pour une transformation irréversible :  $S_c$

- L'écriture du second principe sous forme infinitésimale est :

**2. Cas d'un système isolé :**

→ perte d'information sur la connaissance de l'état du système à l'échelle microscopique

**3. Cycle thermodynamique :****4. Entropie massique  $s$  et entropie molaire  $S_m$  d'un corps pur :**

**Remarque :** Transformation réversible ou irréversible ?

## II. Entropie d'un gaz parfait et d'une phase condensée indilatable et incompressible

Soit la transformation d'un système entre deux états d'équilibre :  $T_1, V_1, P_1 \rightarrow T_2, V_2, P_2$

### 1. Entropie d'un gaz parfait

- En fonction des variables d'état (T,V) :

$$\text{Entropie : } S = C_V \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right) + nR \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) + cste$$

$$\text{Variation d'entropie : } \Delta S = C_V \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right) + nR \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right)$$

$$\text{avec } C_V = nC_{vm} = \frac{nR}{\gamma-1}$$

- En fonction des variables d'état (T,P) :

$$\text{Entropie : } S = C_P \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right) - nR \ln \left( \frac{P_2}{P_1} \right) + cste'$$

$$\text{Variation d'entropie : } \Delta S = C_P \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right) - nR \ln \left( \frac{P_2}{P_1} \right)$$

$$\text{avec } C_P = nC_{pm} = \frac{nR\gamma}{\gamma-1}$$

- Calcul de la variation d'entropie dans la détente de Joule – Gay Lussac :

### 2. Entropie d'une phase condensée indilatable et incompressible

$$\text{Entropie : } S = C \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right) + cste''$$

$$\text{Variation d'entropie : } \Delta S = C \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right)$$

***Les questions à se poser à l'issue de ce chapitre***

- Est-ce que je sais pourquoi on a eu besoin d'introduire l'entropie ?
- Est-ce que je sais à quelle notion est reliée l'entropie ?
- Est-ce que je sais si l'entropie est une fonction d'état ou non et quelle est la propriété d'une fonction d'état ?
- Est-ce que je connais l'expression du second principe de la thermodynamique pour un système fermé sous forme infinitésimale ou intégrale ? A quoi correspond chacun des termes introduits ?
- Est-ce que je sais à quoi est associée l'entropie échangée ?
- Est-ce que je sais relier entropie créée et (ir)réversibilité ?
- Est-ce que je sais démontrer l'inégalité de Clausius ?