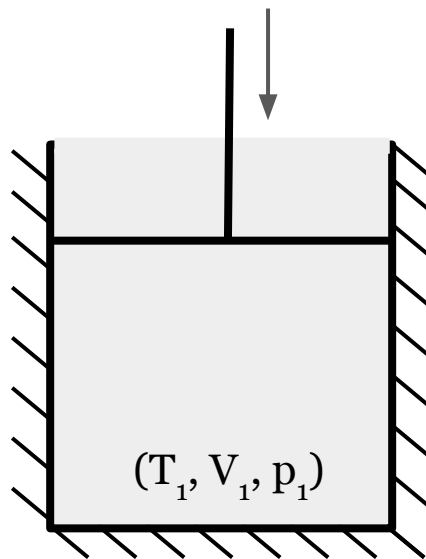
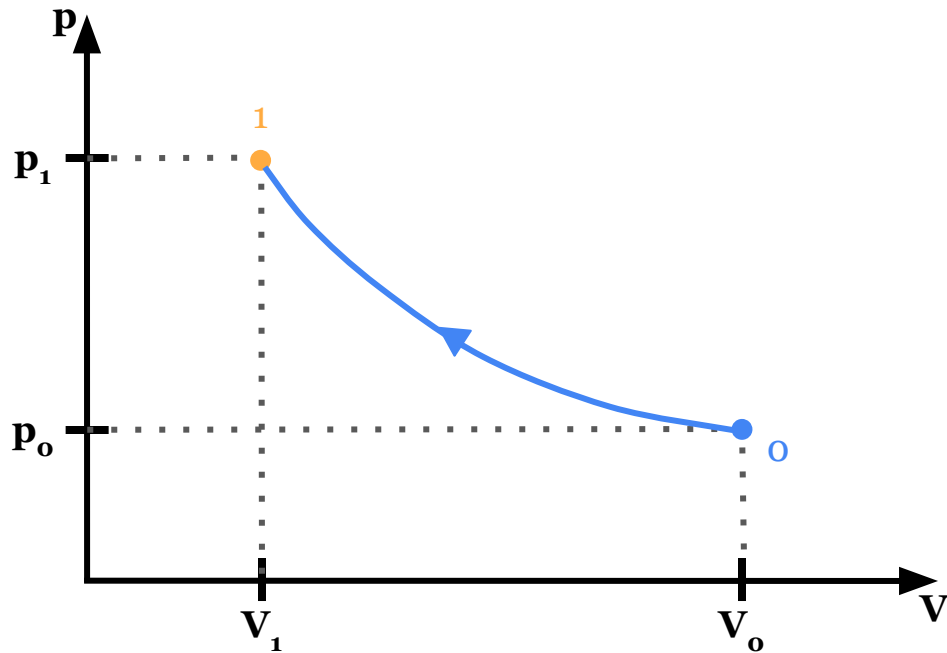


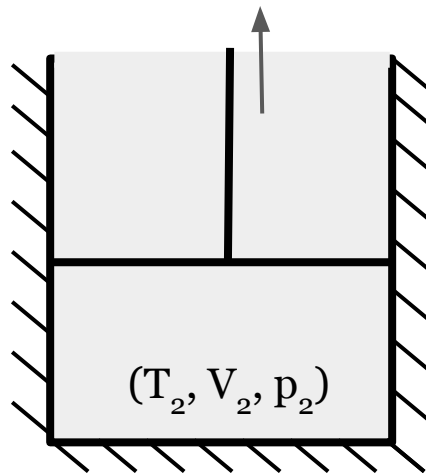
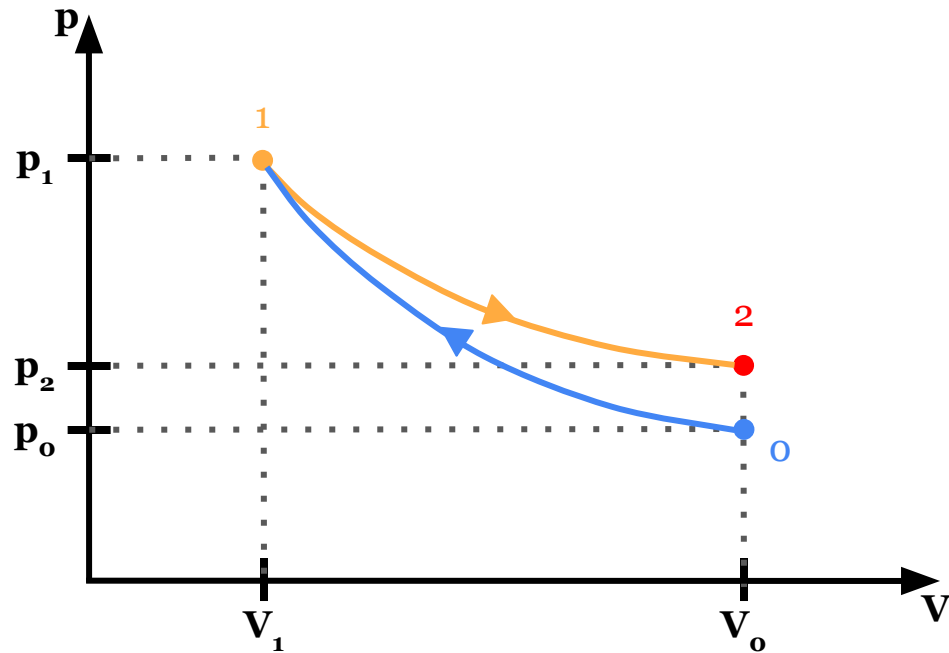
LP 16 : Entropie. Aspects macroscopiques et statistiques

Alexandre Koessler

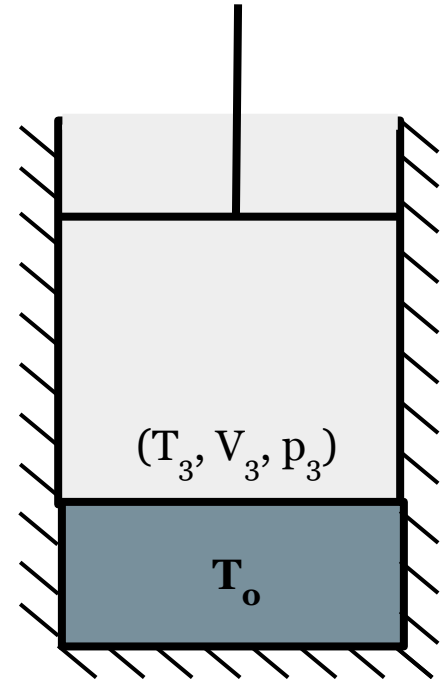
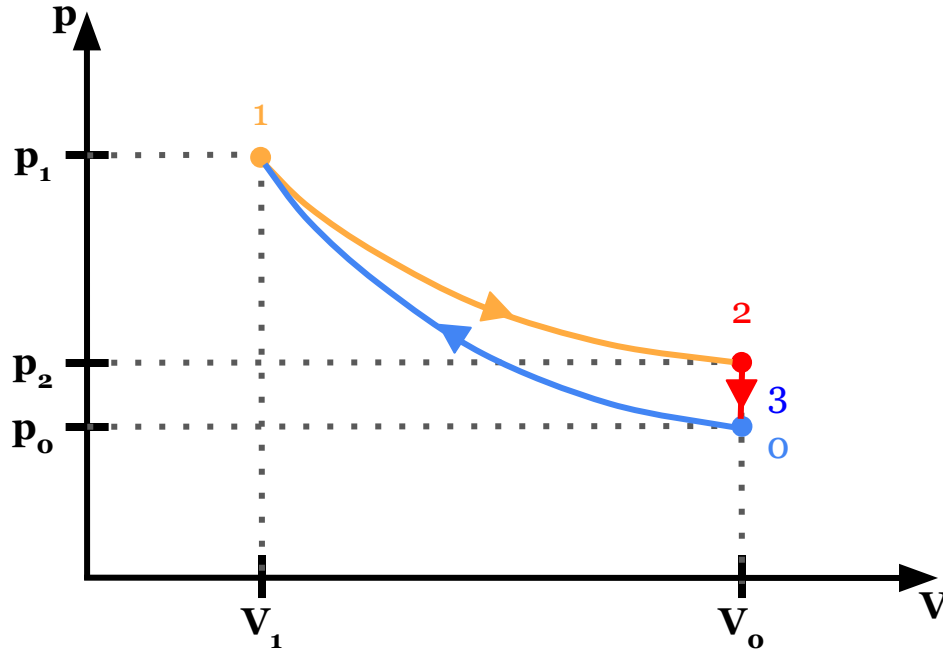
Compression de p_o à $2p_o$



Détente réversible



Mise en contact avec un thermostat à T_o



I.1. Micro et Macro-états

Définition

Micro-états :

État du système caractérisé par la donnée de tous les degrés de liberté du système

Cela revient à considérer un micro-état comme un état du système où l'on connaît toutes les positions $\mathbf{q}_i$ et toutes les impulsions $\mathbf{p}_i$ de toutes les particules qui le compose.

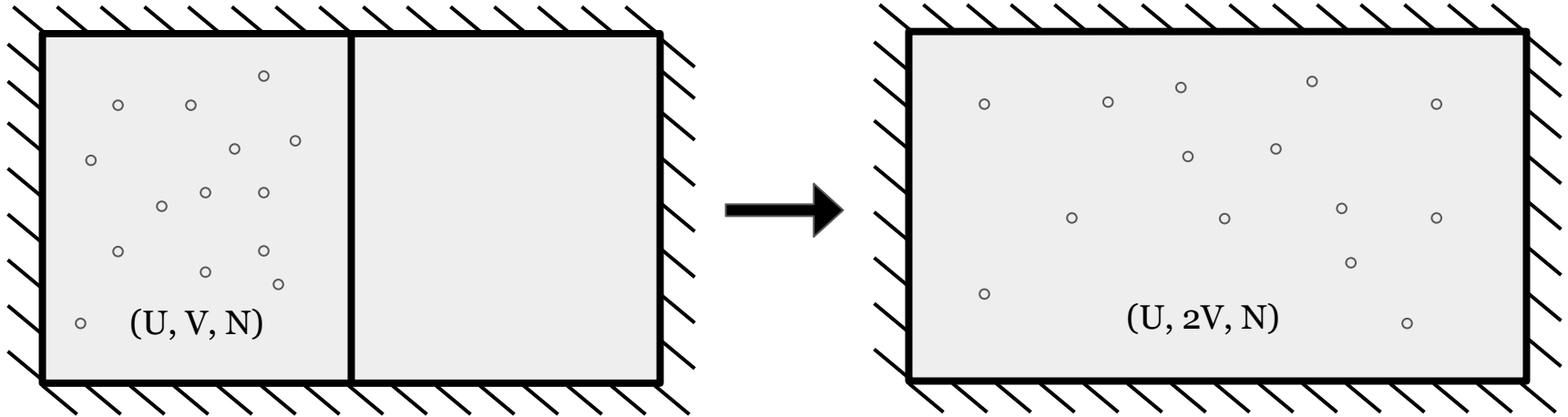
Définition

Macro-états :

État du système caractérisé par uniquement la donnée des variables macroscopiques comme la température T ou l'énergie totale U du système.

I.3. Entropie statistique

Détente de Joule



I.3. Entropie statistique

Définition

Température et pression :

$$\frac{1}{T} = \left. \frac{\partial S}{\partial U} \right|_{V,N}$$

L'entropie statistique étant une fonction croissante de U (le nombre d'états accessibles augmentent avec U) alors T est toujours positive.

$$\frac{p}{T} = \left. \frac{\partial S}{\partial V} \right|_{U,N}$$

Ces grandeurs sont des grandeurs statistiques donc valables seulement pour des systèmes macroscopiques.

On peut aussi définir le potentiel chimique :

$$\frac{\mu}{T} = - \left. \frac{\partial S}{\partial N} \right|_{U,V}$$

II.1. La fonction d'état Entropie



Exemple

Entropie du gaz parfait :

On connaît déjà deux équations d'états du gaz parfait, à savoir :

$$\begin{aligned} U &= \frac{3}{2} N k_B T & \Leftrightarrow & \quad \frac{1}{T} = \frac{3}{2} \frac{N k_B}{U} \\ p V &= N k_B T & \Leftrightarrow & \quad \frac{p}{T} = \frac{N k_B}{V} \end{aligned}$$

Grâce à la relation de Gibbs-Dunham, on peut alors calculer la troisième équation d'état mais connue à des coefficients près :

$$-\frac{\mu}{T} = k_B \ln \left[\left(\frac{U}{U_0} \right)^{\frac{3}{2}} \left(\frac{V}{V_0} \right) \left(\frac{N_0}{N} \right)^{\frac{5}{2}} \right] + \kappa$$

Enfin, par la relation d'Euler, on en déduit l'expression de l'entropie du gaz parfait connue aussi à des coefficients près :

$$S(U, V, N) = N k_B \left(\ln \left[\left(\frac{U}{U_0} \right)^{\frac{3}{2}} \left(\frac{V}{V_0} \right) \left(\frac{N_0}{N} \right)^{\frac{5}{2}} \right] + \frac{5}{2} + \kappa' \right)$$