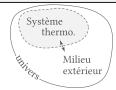
Système thermodynamique

ouvert échange matière et énergie avec le milieu extérieur

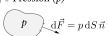
fermé pas d'échange de matière mais échange d'énergie

pas d'échange de matière isolé ni d'énergie



Grandeurs qui caractérisent l'état d'un système thermo.

- \mathbb{L} Concentration (c)
- 텔 @ Pression (p)



△ Masse (m) |Fonction d'état |Fonction mathématique de variables d'état

Quantité de matière (n)

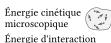
♠ Volume (V)

À l'équilibre thermodynamique, les variables d'état sont indépendantes du temps, elles vérifie une équation d'état

Équation d'état d'une phase condensée incompressible, indilatable

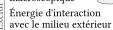


Énergie microscopique contenue dans le système



entre particules

Énergie cinétique macroscopique



Gaz parfait

Un gaz parfait est composé de particules ponctuelles sans interaction à distance.



La pression est due aux chocs des molécules du gaz sur la paroi

Plus la température est élevée plus la vitesse des molécules est grande.

Équation d'état d'un gaz parfait

volume (m³)
$$pV = nRT$$
—température (K) pression (Pa) NRT —température (K) NRT

Vitesse quadratique moyenne



$$\langle E_c \rangle = \frac{1}{N} \sum_i \frac{1}{2} m v_i^2 = \frac{1}{2} m u^2$$

Vitesse quadratique moyenne Énergie cinétique moyenne

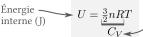
Lien avec la température

$$\langle E_c
angle = rac{1}{2} m u^2 = rac{3}{2} k_B T$$
 Constante de Boltzman $k_B = rac{R}{\mathcal{N}_A} = 1{,}38 imes 10^{-23} \, \mathrm{J \, K^{-1}}$

Énergie interne

monoatomique Gaz parfait

interne (J)



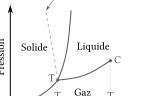
Capacité thermique à volume constant quantité d'énergie nécessaire pour élever la température de 1 K

$$C_{Vm} = C_V/n = \frac{3}{2}R \approx 12.5 \,\mathrm{J}\,\mathrm{K}^{-1}\,\mathrm{mol}^{-1}$$

Il faut 12,5 J pour élever la température d'une mole de GP monoatomique de 1K

Équilibre liquide-vapeur

Diagramme de phase



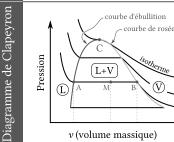
Température



Point triple, les trois phases coexistent



Point critique, au-delà duquel on ne peut plus distinguer le gaz du liquide



Théorème des moments

Au point M, les fractions massiques de liquide et de vapeur sont données

$$x_l = \frac{BM}{AB}$$

$$x_v = \frac{AM}{AB}$$

Transformation Thermodynamique

Transformation thermo

Une transformation thermodynamique peut être

isochore : le volume du système reste constant

P

isobare : la pression du système reste constante isotherme : la température du système reste constante

monobare : la pression extérieure reste constante

monotherme : la température extérieure reste constante

adiabatique : pas d'échange de chaleur avec l'extérieur

Travail des forces de pression

Lors d'une transformation élémentaire, le travail fourni par les forces de pression est :

$$\delta W = -p_{ext} \, \mathrm{d}V$$

Pour une transformation quasistatique ($p = p_{ext}$) entre deux points A et B, on a :

$$W = -\int_{V_A}^{V_B} p \, \mathrm{d}V$$



aire sous la courbe p(V)

Transferts thermiques

Conduction

La chaleur est transportée de proche en proche dans la matière



mise en mouvement de la matière

Rayonnement



Un corps chauffé emmet un rayonnement qui est absorbé par un autre corps