

Chap 21 : Système thermodynamique à l'équilibre

I) Descriptions microscopiques et macroscopiques de la matière

I.1) Les trois états (ou phases) de la matière

I.2) L'agitation thermique

I.3) Libre parcours moyen $l_{pm} \approx 10^{-10} m$ liquide et $l_{pm} \approx 10^{-7} m$ gaz

I.4) Echelles macroscopique, microscopique et mésoscopique
 $L \approx 1 m$ $a \approx 10^{-10} m$ $l_{pm} \ll D \ll L$ (ex: $D = 10 \mu m$)

II) Théorie cinétique des gaz

II.1) Distribution des vitesses moléculaires homogène et isotrope

II.2) Pression cinétique (choix des molécules sur les parois) $P = \frac{1}{3} \frac{N}{V} m_1 v_{qm}^2$

II.3) Température cinétique $\langle E_{translation} \rangle_{1 \text{ mole}} = \frac{1}{2} M v_{qm}^2 = \frac{3}{2} RT$

III) Système thermodynamique

III.1) Système

III.2) Paramètres (ou variables) d'état d'un système (P, V, n, T)

III.3) Equilibre thermodynamique d'un système (mécanique, thermique, de diffusion)

III.4) Equations d'état
 GP: $PV = nRT$
 PCii: $V = nV_m$ où $V_m = \text{cte}$

IV) Energie interne

IV.1) L'énergie interne $U = E_{c \text{ micro}} + E_{p \text{ micro}}$

IV.2) Capacité thermique à volume constant $dU = C_v dT$, à V_{cte} , pour 1 corps pur monophasé

IV.3) Cas d'un gaz parfait (monoatomique, diatomique, première loi de Joule)

IV.4) Cas d'une phase condensée incompressible
 $U = \frac{3}{2} nRT$ $U = \frac{5}{2} nRT$ $U = U(T)$ } $dU = C_v dT$

V) Etude expérimentale d'un fluide réel

V.1) Dispositif expérimental

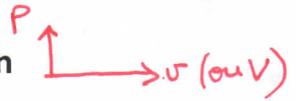
V.2) Du gaz réel au gaz parfait si $P \rightarrow 0$

a) Tracé expérimental des isothermes dans le diagramme d'Amagat

b) Interprétation

V.3) Etude expérimentale de SF_6 dans le diagramme de Clapeyron

V.4) Diagramme de phase (P,T) expérimental



VI) Corps pur diphasé en équilibre

V.1) Changements d'état physique

V.2) Diagramme de phase (P,T)

V.3) Variables d'état d'un système diphasé

V.4) Cas de l'équilibre liquide-vapeur : isothermes dans le diagramme de Clapeyron, appelées isothermes d'Andrews

V.5) Equilibre liquide-vapeur en présence d'une atmosphère inerte

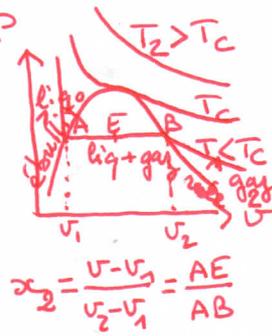
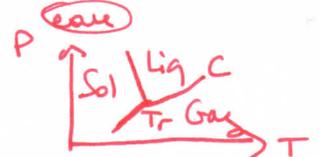
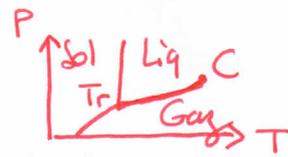
a) Pression partielle $P_i = \frac{n_i RT}{V} = x_i P$ (si GP)

b) Critère de stabilité d'une phase liquide en présence d'une phase gazeuse
 si $P_A < P_{\text{sat},A}(T)$, pas de liquide A; si $P_A = P_{\text{sat},A}(T)$ liquide et gaz A

c) Humidité relative (ou degré d'hygrométrie) H de l'atmosphère

$$H = \frac{P_{H_2O}(T)}{P_{\text{sat},H_2O}(T)} \leq 1 \quad \text{Evaporation tant que } H < 1$$

Cdt° de condensation: $P_A > P_{\text{sat},A}(T)$; Cdt° d'évaporation: $P_{H_2O}(T) < P_{\text{sat},H_2O}(T)$



$$x_2 = \frac{v_2 - v_1}{v_2 - v_1} = \frac{AE}{AB}$$