

SUIS-JE AU POINT ?

Chapitre 24 : Changements d'état du corps pur



Une information utile, mais pas à mémoriser par cœur.



Une définition/formule à connaître PAR CŒUR.



Un savoir-faire à acquérir.



Un exercice du TD pour s'entraîner.

1 État physique d'un corps pur à l'équilibre

1.1 Diagramme de phase (P,T)



Représenter l'allure du diagramme de phase d'un corps pur, attribuer les zones. Indiquer le sens des zones 2D (équilibre **monophasé**), des frontières (deux phases **coexistent** à l'équilibre, on parle d'équilibre **diphasé**), des points particuliers (point **triple** : coexistence de trois phases à l'équilibre (équilibre **triphasé**) et point **critique** : extrémité de la frontière L/V, au-delà de ce point on parle d'état **supercritique**).



Rappeler l'une des particularités du diagramme (P,T) de l'eau (la pente de la frontière L/S est **négative** donc il est possible de liquéfier de la glace en la comprimant à $T = Cste$. Ex : patineur). Connaître quelques valeurs classiques (température de fusion et température de vaporisation à pression ambiante (1 bar), représenter les points correspondants).

1.2 État d'un corps pur à pression fixée



Décrire l'état physique en fonction de la température (on compare aux températures de fusion et d'ébullition).



La température d'ébullition augmente avec la pression : c'est mis en pratique dans un **autocuiseur**.

1.3 État d'un corps pur à température fixée



La pression d'équilibre d'un système diphasé liquide/vapeur s'appelle la **pression de vapeur saturante**, notée $P_{sat}(T)$. La frontière liquide/gaz sur le diagramme de phase montre que $P_{sat}(T)$ est une fonction croissante de la température.



Décrire l'état physique en fonction de la pression (on compare à la pression de vapeur saturante $P_{sat}(T)$).

1.4 Diagramme de Clapeyron (P, v) d'un corps pur



Tracer l'allure du diagramme de Clapeyron (P, v) d'un corps pur. Indiquer les zones (liquide, vapeur, équilibre diphasé), situer le point critique, attribuer un nom aux deux parties de la courbe de saturation (courbe de rosée côté vapeur et courbe d'ébullition côté liquide). Définir et situer les états de **vapeur saturante** et de **liquide saturant**.

1.5 Isothermes d'Andrews



Tracer sur un diagramme de Clapeyron l'allure d'une isotherme sous-critique ($T < T_C$). **Justifier** l'allure dans les trois domaines (hyperbole dans V, palier de changement d'état dans L+V et quasi-v verticale dans L). Tracer également l'allure de l'isotherme critique et d'une isotherme supercritique.

1.6 Composition d'un mélange liquide-vapeur, théorème des moments



Définir le titre massique en phase vapeur x_V /en phase liquide x_L dans un mélange diphasé L/V. Quelle relation simple existe-t-il entre eux ?

♥ Énoncer le théorème des moments : $v = x_V v_V + x_L v_L$.
En donner une interprétation géométrique : $x_V = \frac{v - v_L}{v_V - v_L} = \frac{ML}{LV}$ (situer les trois états d'équilibre M , V et L sur le diagramme de Clapeyron).

 Démontrer le théorème des moments.

♥ Savoir que le théorème des moments peut s'écrire de la même manière pour l'enthalpie massique h , l'entropie massique s ou l'énergie interne massique u .

TD Théorème des moments : exercice 1.

1.7 Équilibre liquide-vapeur de l'eau en présence d'une atmosphère inerte

♥ Définir le **degré hygrométrique** (ou **humidité relative**) d'une atmosphère humide. Que vaut-il pour une atmosphère sèche ? humide ? saturée en vapeur d'eau ?

♥ Citer un ou plusieurs exemples de situations mettant en évidence le changement d'état liquide/vapeur de l'eau en contact avec l'atmosphère (linge qui sèche, buée sur le miroir d'une salle de bain).
Citer des exemples ou une diminution de température provoque une saturation en eau de l'air : rosée/brouillard/nuages, buée sur la vitre d'un compartiment surgelé.

TD Équilibre liquide/vapeur de l'eau avec une atmosphère inerte : exercices 2 et 7.

2 Bilan thermodynamique d'un changement d'état isobare et isotherme

2.1 Notion de changement d'état

♥ Définir un changement d'état (traversée d'une frontière d'un diagramme de phase).

♥ Citer les noms des six changements d'état entre solide, liquide et gaz.

2.2 Enthalpie et entropie de changement d'état

♥ Définir l'**enthalpie de changement d'état** $L_{1 \rightarrow 2}(T)$ d'un corps pur et donner son unité SI.
Définir l'**entropie de changement d'état** $\Delta s_{1 \rightarrow 2}(T)$ d'un corps pur et donner son unité SI.
Énoncer la relation entre $L_{1 \rightarrow 2}(T)$ et $\Delta s_{1 \rightarrow 2}(T)$.

 L'enthalpie et l'entropie de changement d'état **varient avec la température**.

 Justifier le signe des enthalpies de changement d'état (en étudiant d'abord le signe des entropies de changement d'état et en raisonnant sur le degré de désordre).

2.3 Bilan enthalpique d'un changement d'état isobare et isotherme

 En appliquant le premier principe au changement d'état isobare et isotherme d'un corps pur, déterminer le transfert thermique reçu.

Définir et citer des exemples de changements d'état **endothermiques** et **exothermiques**.

TD Bilan enthalpique d'un changement d'état : exercices 3, 5, 6, 7.

2.4 Bilan entropique d'un changement d'état isobare et isotherme

 En appliquant le second principe au changement d'état isobare et isotherme d'un corps pur, déterminer à quelle condition il peut être réversible.

TD Bilan entropique d'un changement d'état : exercices 3, 4, 5.