

Transitions de phase du 1^{er} ordre



- Présentation des transitions courantes
- Classification des transitions
- Transitions du premier ordre

Thermodynamique

Bonjour à tous. Continuant à présent avec le deuxième module de notre Lessons sur les transitions de phases. Ce module comprend trois principales parties. La présentation des propositions courantes. La classification des transitions et enfin. L'étude de transition du premier.

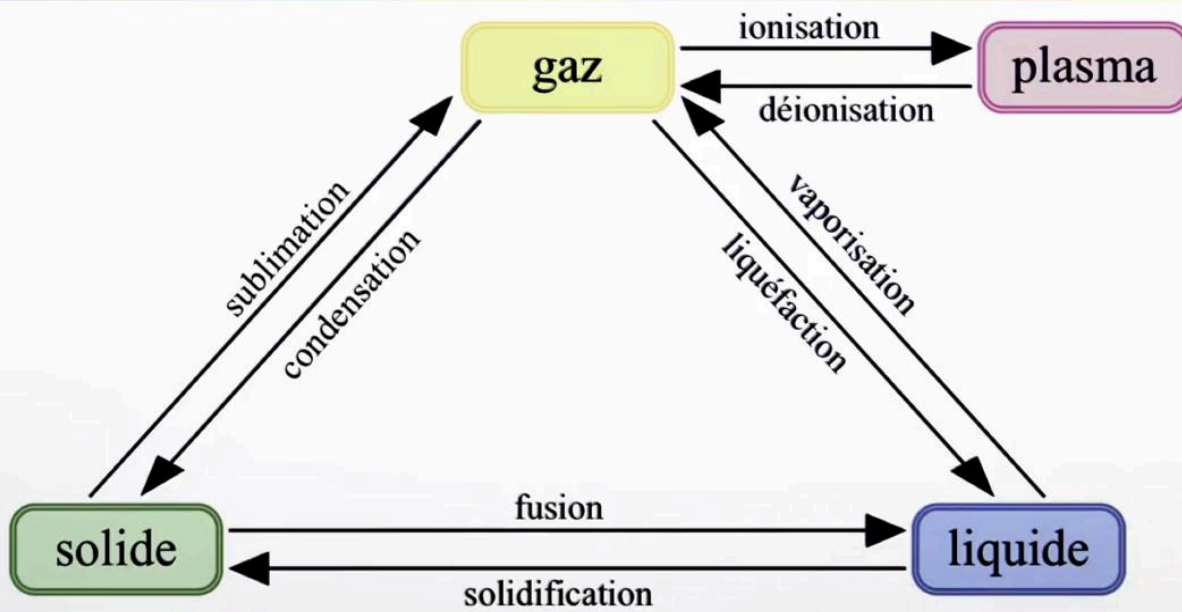
Notes

Summary



0m 04s

Phases et transitions courantes



Thermodynamique

Dans notre quotidien, nous observons trois principales phases. La phase liquide. La phase solide et la phase gazeuse. Il existe une quatrième phase. Très présente dans la haute atmosphère et dans le laboratoire qui est constituée par les plasma entre ces différentes phases en lieu de transition, la fusion. Et la solidification entre les solides et les liquides. La sublimation et la condensation entre les solides et les gaz. La liquéfaction et la vaporisation entre les gaz et les liquides. Entre les gaz et les plasmas, on observe l'ionisation et des ionisation.

Notes

Summary



0m 33s

Autres transitions



- Transition magnétique:

Paramagnétique \longrightarrow ferromagnétique

- Transition dans les cristaux liquides

liquide Isotrope \longrightarrow nématique

Thermodynamique

À côté de ces changements de phase courant. Il en existe d'autres part l'exemple de la transition paramagnétique ferromagnétique dans les métaux et de transition liquide isotrope liquide nématique dans les cristaux liquides.

Notes

Summary

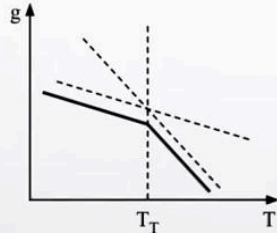
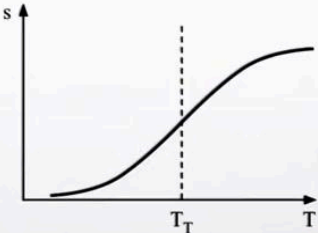
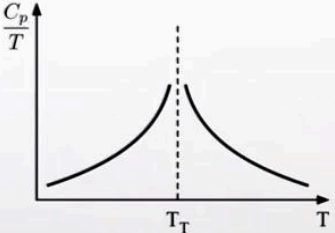


1m 33s

Classification des transitions de phase : 2nd ordre



• 2nd ordre

Pas de chaleur latente de transition		
g	$\left(\frac{\partial g}{\partial T}\right)_{P_T} = -s$	$\left(\frac{\partial^2 g}{\partial T^2}\right)_{P_T} = -\left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_{P_T} = -\frac{C_p}{T}$
		

Thermodynamique

On distingue deux principales classes de transition. Les transitions du premier ordre, encore appelées transitions courantes. Et les transitions du second ordre. Les transitions du premier à l'autre ont besoin d'une chaleur latente de changement de phase. Soit le système absorbe de la chaleur, soit il a animé par ailleurs. Tandis que la fonction enthalpie libre et continue à la transition. Cette dérivée première. Par rapport à la pression ici et par rapport à la température là. Son discontinu. Les transitions du second ordre ne font pas intervenir de chaleur latente de transition. La fonction enthalpie libre et sa dérivée première demeurent continues et on observe une discontinuité. Pour la dérivée seconde de l'enthalpie libre par rapport à la température.

Notes

Summary

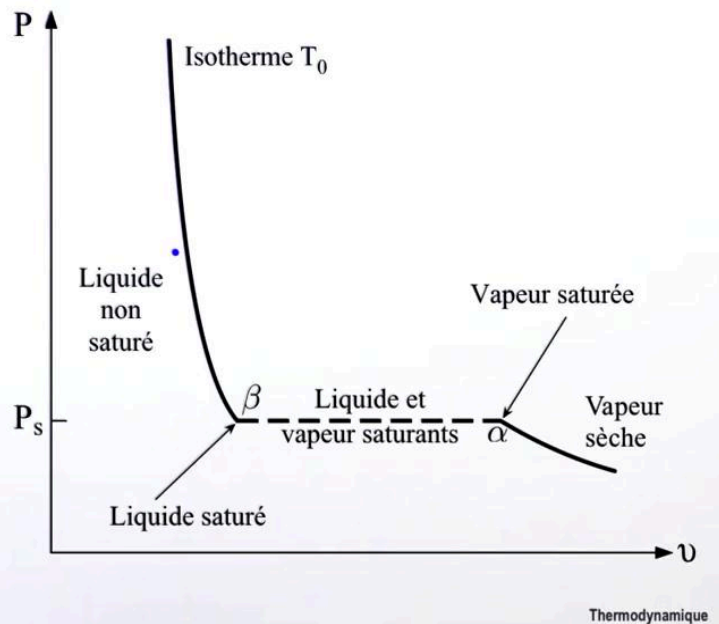


1m 54s

Liquéfaction par compression isotherme d'un gaz



- Compression isotherme de la vapeur sèche à la vapeur saturée α à $P=P_s$
- Palier de liquéfaction, coexistence liquide-vapeur saturants (α - β)
- Liquéfaction totale (β)
- $P>P_s$ Compression du liquide saturé au liquide non-saturé



La chaleur latente est la chaleur nécessaire pour réaliser de façon réversible, à température et pression constante, la transition d'un corps de masse. Unité de la phase alpha à la phase beta. Cette définition nous permet de donner l'expression de la chaleur latente du changement de phase. La transformation étant réversible. Nous pouvons écrire. $\Delta u = T ds$. La température étant constante pendant la transition, l'intégration de cette équation nous permet d'obtenir que la chaleur est égale à $t \cdot \Delta s$. Ceci est l'expression de la chaleur latente de changement de phase l alpha beta. Étant donné que cette transformation se fait à pression constante, la chaleur est égale à la variation d'enthalpie et on note Q égal. La ΔH alpha beta égale à l alpha beta. Observant la complétion il au terme d'un gaz. Nous prenons de la vapeur sèche. Non l'accomplissement à une pression, notée P_s . Il apparaît des traces de liquide. La vapeur est dite saturée à ce point là et la pression est dite pression de vapeur. Saturante. On observe à la pression de saturation un palier de liquéfaction. L'eau liquide et la vapeur saturante sont en équilibre. Au bout du palier. La liquéfaction est totale. À partir. Du P_s si l'on continue à comprimer. On passe du liquide saturé. Au liquide non saturé. Puis un mécanisme analogue permet de passer du liquide au solide.

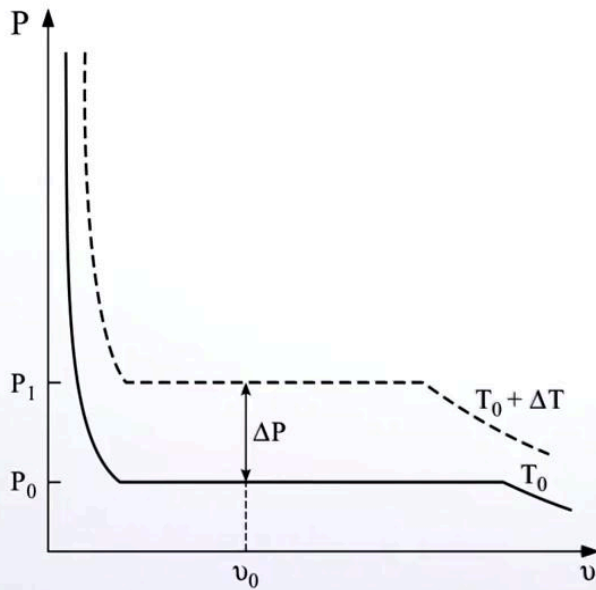
Notes

Summary



3m 10s

Relation de Clausius - Clapeyron



- Soit P_0 la pression de saturation à T_0
- Soit $P_1 = P_0 + \Delta P$ celle à $T_0 + \Delta T$
- La relation de Clausius–Clapeyron permet de calculer la pente $\left(\frac{\Delta P}{\Delta T}\right)_{v_0}$ des courbes d'équilibre

Thermodynamique

Soit p_0 la pression de saturation. Lorsqu'on opère à T_0 , la relation de Clausius–Clapeyron permet de calculer la pression P_1 . Lorsqu'on opère à la température $T_0 + \Delta T$ voisine de T_0 . Autrement dit, cette relation permet d'obtenir la pente ΔP sur ΔT à V_0 de la courbe d'équilibre. Dans le diagramme pression température, nous allons dans ce qui suit. Établir cette relation.

Notes

Summary



5m 46s

Relation de Clausius - Clapeyron



- $\delta q = T \left(\frac{\partial s}{\partial v} \right)_T dv + T \left(\frac{\partial s}{\partial T} \right)_v dT$

- $\delta q = T \left(\frac{\partial s}{\partial v} \right)_T dv$, à T constante

Avec la relation de Maxwell : $\left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_v = \left(\frac{\partial s}{\partial v} \right)_T$

- $\left(\frac{\Delta P}{\Delta T} \right)_v = \frac{L_{\alpha\beta}}{T(v_\beta - v_\alpha)}$

- Soit encore $\left(\frac{\Delta P}{\Delta T} \right)_v = \frac{s_\beta - s_\alpha}{v_\beta - v_\alpha}$

(Relation de Clausius-Clapeyron)

$$q = T \left(\frac{\Delta P}{\Delta T} \right)_v \Delta v = L_{\alpha\beta}$$

Thermodynamique

Les transformations étant réversibles, nous partons de l'expression delta q = T ds. Exprimé en variable dv à température constante. Le deuxième terme de droite s'annule si nous remplaçons ds sur dv à T par dp sur dv à T par l'intégration, nous obtenons q = T delta p sur delta v constant multiplié par la variation du volume massique. Nous pouvons déduire de cette relation que la pente de la courbe dans le diagramme d'équilibre pression température est delta plus delta T à V égale à L alpha beta sur (V beta - V alpha). La relation de Clapeyron est ainsi établie. Nous pouvons la mettre sous la forme delta P sur delta T à V égale à Delta S sur Delta V.

Notes

Summary



6m 25s

Courbes de coexistence de phase (Diagramme (P,T))



- Courbe de l'équilibre vapeur-liquide

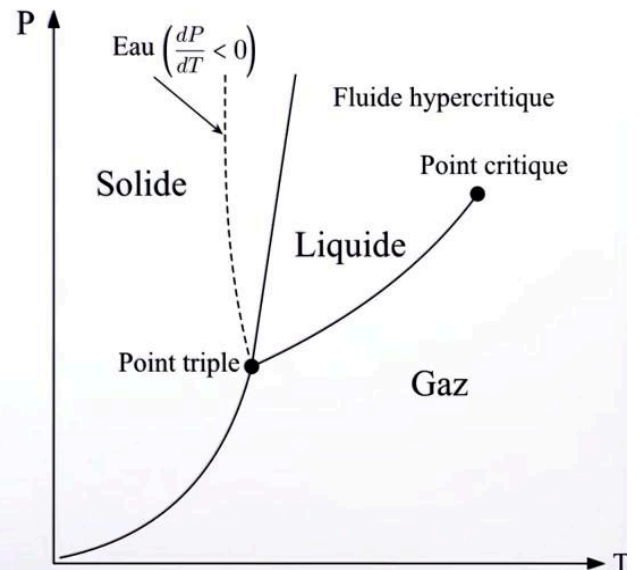
$$\left. \begin{array}{l} s_l - s_g < 0 \\ v_l - v_g < 0 \end{array} \right\} \rightarrow \frac{dP}{dT} > 0$$

- Courbe de l'équilibre liquide-solide

$$\left. \begin{array}{l} s_s - s_l < 0 \\ v_s - v_l < 0 \end{array} \right\} \rightarrow \frac{dP}{dT} > 0$$

- Courbe de l'équilibre solide-vapeur

$$\left. \begin{array}{l} s_g - s_s > 0 \\ v_g - v_s > 0 \end{array} \right\} \rightarrow \frac{dP}{dT} > 0$$



Thermodynamique

La relation de Clausius. Clapeyron permet de tracer les courbes d'équilibre dans le diagramme pression température. Nous commençons par la courbe d'équilibre vapeur liquide. La variation d'entropie s liquide s vapeur est inférieure à zéro, la variation du volume massique V liquide au moins v vapeur et inférieur à zéro. La relation de Clausius, rappelons nous, permet d'établir que la pente DP sur DT de la courbe d'équilibre est positive. Nous représentons ici. Dans notre diagramme PT , la courbe d'équilibre liquide vapeur est limitée dans sa partie supérieure par un point critique au delà de ce point. On ne peut pas, juste par une transition ISO terme, passer de la vapeur vers le liquide au dessus de ce point là. L'eau fluide est dit hypercritique. De façon analogue, nous établissons que la pente de la courbe d'équilibre liquide solide ici. Est positive, sauf pour le cas exceptionnel de l'eau. Ou. Le volume massique du solide est supérieur au volume massique du liquide. La coupe pour l'eau et des signes, non. Enfin. Pour l'équilibre solide vapeur. Nous avons une variation d'entropie positive lorsqu'on passe du solide à la vapeur. Nous avons un volume massique de la vapeur qui est plus grand que celui du solide.

Notes

Summary



7m 39s

Courbes de coexistence de phase (Diagramme (P,T))



- Courbe de l'équilibre vapeur-liquide

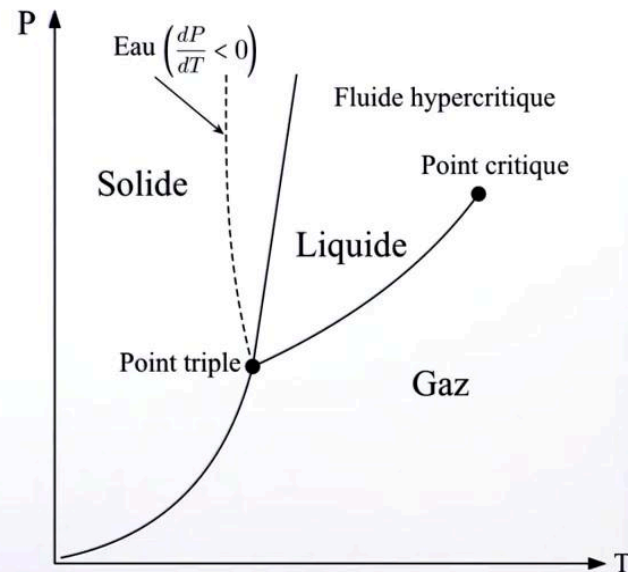
$$\left. \begin{array}{l} s_l - s_g < 0 \\ v_l - v_g < 0 \end{array} \right\} \rightarrow \frac{dP}{dT} > 0$$

- Courbe de l'équilibre liquide-solide

$$\left. \begin{array}{l} s_s - s_l < 0 \\ v_s - v_l < 0 \end{array} \right\} \rightarrow \frac{dP}{dT} > 0$$

- Courbe de l'équilibre solide-vapeur

$$\left. \begin{array}{l} s_g - s_s > 0 \\ v_g - v_s > 0 \end{array} \right\} \rightarrow \frac{dP}{dT} > 0$$



Thermodynamique

Nous, en déduisant que la pente de la courbe est supérieure à zéro, la pente de la courbe de sublimation. Se trouve ici. Les trois courbes se rejoignent en un point qui est dit point triple.

Notes

Summary



9m 47s

Transitions de phase entre variétés allotropiques



- Allotropie: Existence d'un corps simple, dans le même état, sous plusieurs formes
- Exemple de variétés allotropiques:
 - carbone amorphe, graphite, diamant....
 - étain blanc $\text{Sn}(\beta)$, étain gris $\text{Sn}(\alpha)$
- Transition allotropique
 - $\text{Sn}(\beta) \xrightarrow{<12^\circ\text{C}} \text{Sn}(\alpha)$

Thermodynamique

Nous ouvrons une parenthèse ici pour dire que. Pour un corps simple dans le même état solide, il peut exister des changements de phase. Ces changements de phase sont dits allotropiques. Comme exemples de variétés allotropiques. Nous allons citer le carbone avec les variétés carbone, amorphe, diamant, graphite. Nous allons citer les termes blanc des temps gris, un exemple de transition allotropiques. Nous avons le passage de l'étain blanc vers l'étain gris. Pour des températures inférieures à douze degrés. L'étain blanc devient instable et se transforme en les gris.

Notes

Summary



10m 10s

Règle de phase de Gibbs: Détermination de la variance v



- Soit un système S comprenant:
 - C constituants (pas de réaction chimique)
 - ϕ phases
- Description à $(C\phi + 2)$ variables
 - C concentrations dans chaque phase ($C\phi$)
 - la température et la pression (2)
- $\phi + C(\phi - 1)$ équations pour S :
 - Conservation de la matière:

$$\sum_{i=1}^c X_{i,j} = 1, j = 1 \text{ soit } \phi \text{ équations}$$
 - Egalités des potentiels chimiques par espèce:

$$\mu_{i,k} = \mu_{i,j}, i = 1..C$$
 soit $C(\phi - 1)$ équations
- Conclusion: $V = C + 2 - \phi$

Thermodynamique

La variance d'un système thermodynamique est le nombre de facteurs qu'on peut changer indépendamment les uns des autres sans provoquer la rupture de l'équilibre. Soit un système S comprenant ses constituants. Nous allons supposer ici qu'il n'y a pas de réaction chimique entre les constituants qu'on peut lancer constituants et phase. Le nombre de variables ici est C si plus deux. On compte de ces concentrations dans chaque phase, ce qui implique ces variables et les deux variables température et pression. Selfie correspond aussi aux concentrations dans chaque face. Et deux correspond aux variables température et pression. Le système offre aussi plus ses fois un équation. La première équation sont données par la conservation de la matière laissée fois en équation. Sont données par l'égalité des potentiels chimiques par espèces. La variance. Qui est donné par la différence entre le nombre d'équations et le nombre de variables est égal à c plus deux moins fit.

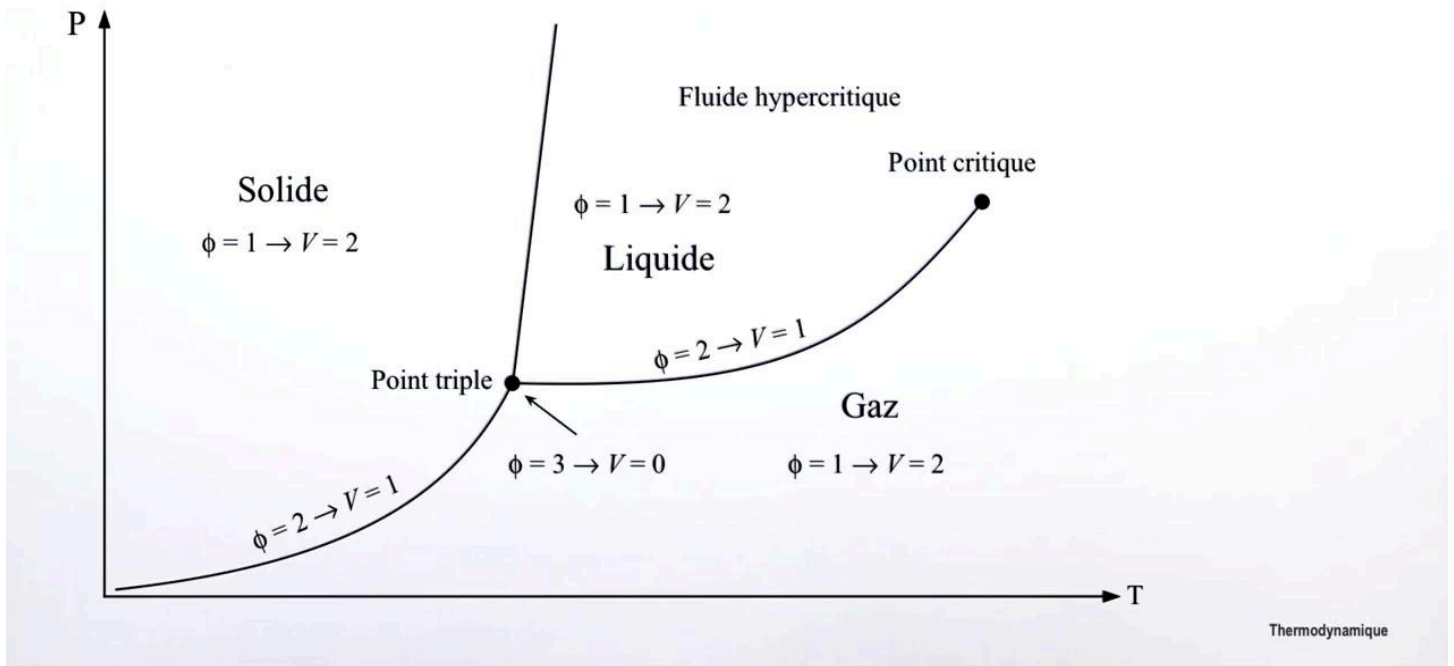
Notes

Summary



11m 06s

Variance d'un corps pur (c=1)



Appliquons cette règle de la variance à un corps pur. Dans le domaine d'équilibre des solides, nous allons écrire que ϕ est égal à un. Il n'y a qu'une phase, c'est un égal à un puisqu'on a encore plus. On obtient V la variance qui est égale à deux. Nous pouvons donc ici indépendamment, faire varier deux facteurs la température et la pression, et rester dans le domaine d'équilibre des solides. Mettons nous à présent sur la courbe d'équilibre de deux phases. Gaz liquide par exemple. Sur cette courbe, nous avons ϕ égal à deux puisque nous avons le gaz et l'eau liquide ϕ est égal à un. Comme il a été dit précédemment, la règle de variance nous donne V égal à un. Cette variance unité indique qu'on ne peut changer qu'un seul paramètre. Si nous changeons un deuxième indépendant du premier, nous allons passer soit à la phase vapeur, soit à la phase liquide. Pour rester sur la courbe d'équilibre. On ne peut changer qu'un seul paramètre à la fois. De façon analogue, on calcule V égal à zéro au point de triple. Ceci signifie qu'il n'existe qu'un seul couple PT qui permette de réaliser ce point là.

Notes

Summary

12m 42s



Transitions de phase du premier ordre



- Classification des transitions de phase
- Etude des transitions courantes

Thermodynamique

Nous sommes arrivés au terme de ce module. Ou nous avons classé. Les différentes transitions dans deux grands groupes, première et seconde l'autre, et nous avons étudié des transitions courantes. La prochaine fois, nous reviendrons plus en détail sur la transition liquide vapeur. En observant du modèle de vin des vins. Merci de votre attention.

Notes

Summary



14m 19s