**Titre** : Fluides reels

**Présentée par** : **Rapport écrit par** :

**Correcteur** : **Date** : 12/05/2020

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Bibliographie de la leçon :** | | | |
| **Titre** | **Auteurs** | **Éditeur** | **Année** |
| **TD de Jules ex 5 et 11** |  |  |  |
| Diu Thermoynamique |  |  |  |
| BFR Thermodynamique |  |  |  |
| David puiseau cours en ligne pour ordres de grandeur |  | https://users.lal.in2p3.fr/puzo/thermo/ch6\_thermo.pdf |  |
| Perez de thermodynamique |  |  |  |

|  |
| --- |
| **Plan détaillé** |
| **Niveau : Licence**  **Prérequis :**  **- 1er er 2nd principe de la thermodynamique**  **- Modèle du gaz parfait**  **- Coefficient calorimétrique (compressibilité isotherme aussi)**  **- Diagramme de Clapeyron**  **Intro :**  On conait GP, il marche bien à basse pression, mais il ne décrit pas bien les gaz réels. Nottament condensation n’est pas décrite par ce modèle.  Nouveau modèle VdW pour mieux décrire les gaz réels.  **1 :21 min**  **I] Le gaz de Van der Waals**  **A) Nécessité d’un nouveau modèle**  On part de GP décrit par l’équation d’état PV=nRT qu’o conait bien  Slide, diagramme d’amagaat    En pointillé pour modèle GP.  Clairement insuffisance pour gaz réel, ok pour diagramme de droite à basse P  Diagramm de clapeyron :    Clairement on a une difference pour un gaz parfait à faible volume forte pression !  Pourquoi il est limité ?  Une hypothèse du GP est qu’il néglige les interactions.  On commence par prendre en compte les interactions :    On represente ce potentiel , de Lennard Jones, qui ne depend que de la distance. ISOTROPE    Repulsif à courte distance et tend vers 0 à grande distance + attractive. Sphères dures et pas d’intéraction à distance infinie donc traduit convenablement à la réalité.  **6 :55**  **B) Modèle de VdW**  On part de l’équation d’etat du GP.  On commence par corriger l’équation tout en sachant qu’elle doit rester à peu près la même à basse pression (car marche bien).  HYP : particules a un volume non négligeable. Gaz ne peut pas prendre tout le volume de l’enceinte.  HYP : particules sont des sphères dures (pas d’interpénétration). Donc il y aura des chocs.  **Plus il y a des particules, moins d’espace est disponile pour le gaz.**  **Donc V-nb (b est covolume).**  **Interaction attractive entre les particules, donc en moyenne les particules sont attirés par le centre de l’enceinte (car isotropie) ! Donc sur la paroi il y a moins de chocs que si on n’avait pas ceci. On diminue la pressio MESURÉ. Therme correctif depend de l’énergie d’interaction et du volume de l’enceinte.(à mieux expliquer)**  **Therme correctif de pression a\*m^2/V^2. (attraction des particules, donc pas équilibré proche des particules. Esuite densité de aprticules plus c’est dense plus c’est attractif, on traite des paires de particules d’où le carré)**  a 2.48\*10—3 Pa\*m-6\*mol-2  b2.66 10-5 m3/mol H2, a varie sur b pas trop. (b volume molaire)  Donc :    Identifier Peff et Veff et dire que si dilué on retrouve bien GP  On peut preciser que par la suite on va utiliser le volume molaire pour ne pas avoir des n à toutes les équations.  **13 :10 min**  **C) Energie et entropie d’un gaz de VdW**  Ecrire P et le deriver pour un G de VdW à V constant.    On reconnait notre coefficient calorimetrique l (voir BFR) et alors :    Pour trouver l’énergie on regarde la differencielle de l’énergie interne U :    On retouve la dependence du GP + un terme corectif dependant du volume (**problème de signe !!!**). **COMMENTER**    **Calcul de l’entropie est pas nécessaire.**  On traite maintena nt dS l’entropie differentielle et on l’intègre en considerant une transformation en partant de T1, V1 à T2 V2. On suppose Cv independant de T.    On a nos 2 relations pour notre Gaz de VdW et on constate que tout aparait comme si on avait un GP avec un therme correctfif qui depend du volume.  Constater que U depend de a mais pas de b et S depend de b mais pas de a !.  Un gaz pafait reste u GP quel que soit sa temperature ! pas de changement d’état les isothermes dans un diagramme de clapeyron sont strictement monotones. On verra que le modèle de VdW permet de modéliser la transition d’états  **22 min**  **II] Transition liquide vapeur d’un gaz de VdW**  **A) Allure des isothermes dans le diagramme de Clapeyron**  On s’interesse alors que a P(V) pour T fixé. ON commence par regarder le compportement assymptotique.  Si V tend vers n\*b on a une pression infinie, les molécules sont trop proches la pression grandis !  Si V grandis, le therme correctif disparait (on se rapproche du GP dans les isothermes presentés en début de leçon).  Pour differentes températures on peut traçer les isothermes :    On voit apparaitre petit à petit si on diminue T l’apparition d’un point d’inflexion. Il y a une courbe ou on se place juste avan l’apparition de ce point, on dira que cette T est une temperature critique Tc.  Pour trouver ce point on derive l’expression de l’équation d’état à T constant. Et on cherche le point ou la derivée s’annnule :    On peut resoudre ce système d’équations égales à zéro et on trouve les coordonées de notre point critique :    **30 :15**  **B) Transition liquide vapeur d’un fluide de VdW**  On prend une isothèrme en dessous de Tc.  Cette courbe a l’allure suivante :    On s’interesse ensuite au coefficient d’incompressibilité isotherme    Or ce coefficient est forcement positif ! donc dV/dP < 0 ! (et donc dP/dV < 0) la pente de la courbe doit être toujours descendante.  Or ceci n’est pas le cas dans ce que nous avons tracé. On a deux branches stables et une instable dans notre diagramme.  Completer le diagramme avec points particuliers.    A une pression donnée on a 2 points stables (un gazeux l’autre liquide). On les attribue avec les experiences, les liquides sont plus denses que les gaz.  35 :00  Pour interpreter la cuvette on regarde l’énthalpie libre :    En fonction de ChiT on aura alors une forme concave ou convexe de l l’’enthalpie en fonction de la pression mais l’enthalpie sera toujours croissante (V>0).  On peut alors tracer les points de notre isotherme dans un diagramme G,P :    N plus grand que P, donc point N plus stable, melange liquide  En P2, M<Q donc phase gazeuse plus stable.  On peut alors corriger l’allure des isothermes pour avoir un palier de changement d’état et on retouve les courbes de rosée et ebullition quand on fait ceci pour plusieurs T !    **Conclusion :** |

|  |
| --- |
| **Questions posées par l’enseignant** |
| Hypothèses du GP et conséquences ?  Particules ponctuels, pas d’interaction sauf collisions on neglige le volume de l’ensemble de particules devant V de l’enceinte, et chaos moléculaire à l’équilibre.  Hypothèse du chaos moléculaire ?  La repartition de V sera aléatoire en directon et norme.  Un gaz parfait suit les 2 lois de joule.  Il y a un ou des fluides de VdW ?  Les valeurs de a et b peuvent changer.  Le I concerne le fluide de VdW ou le gaz de VdW ?  Le calculs de U et S s’appliquent au fluide de VdW mais on s’attend à que les resultats soient mieux verifiées par la phase gaz.  Lennard Jones ?  1/r^6 interactions de VdW  1/r^12 principe de Pauli  Comment on demontre la formule de l ?  Théorème de Schwartz, on derive par rapport à la variable conjugué et on identifie.  Courbes en 1/V sont des hyperboles.  Resumer le chemin de pensé auquel il fallait aboutir :  - on prend equation d’état, on deduit P  - o trouve nos isothèrmes avec nos vuves  - on regarde la stabilité des branches avec le coef de compressibilité isotherme, dans une plage il est négatif (état instable)  - 2 états stables pour une même pression, on attribue la stabilité avec l’enthalpie libre.  Pourquoi chi(T) > 0 ?  N veut que quand on compresse le volume diminue, si non on aurait un éfondrement du système (ex piston : on augmente p en le poussant, si on augmente V alors on repousse le piston ce qui aigmanete P etc.)  Pourquoi on regarde G et pas F ?  G est un potentiel thermodynamique si on est au contact avec un thermostat et on est à P cte, donc à T et P cte. Alors G est minimal et se comporte comme un potentiel thermodynamique.  Limites de VdW ?  On ne décrit pas les solides. Capacite thermique Cv ne depend pas du volume dans VdW alors que en vrai elle en depend.  VdW prix nobel en 1910 pour traveaux des equations d’état et des gaz et des liquides. |
| Commentaires donnés par l’enseignant |
| **Calcul de l’entropie est pas nécessaire.**  **Energiue interne est diminue du fait des intéractions, on retrouve le therme de l énergie potentielle.** |
| **Partie réservée au correcteur** |
|  |