**Condensation capillaire**

La condensation est le phénomène physique de changement de la matière d'un état gazeux à un état condensé liquide. Le passage de l'état gazeux à l'état liquide est aussi appelé liquéfaction.

**Rappel**

Tout gaz devient liquide s’il est soumis à une pression appelée Pression de Vapeur saturante, notée P0. Cette pression P0 varie d’un gaz à un autre de sorte que chaque gaz possède sa propre pression de vapeur saturante (P0) ou pression à laquelle il devient liquide. (**Exemple**: La pression de vapeur saturante de l’azote gazeux est P0 (N2) = 90 cm Hg).

Il arrive cependant que lorsqu’un gaz est enfermé dans un tube capillaire ou dans un matériau à porosité faible (charbon, calcaire,…), il passe de l’état gazeux à l’état liquide à une pression P < P0. Il s’agit dans ce cas d’une condensation capillaire décrite par l’équation de Kelvin :

{\displaystyle \ln \left({\frac {P\_{g}}{P\_{sat}}}\right)={\frac {2\gamma V\_{l,mol}}{R\_{m}RT}}}

Où

Ɣ {\displaystyle \gamma est la tension de surface

Vl,mol {\displaystyle V\_{l,mol}} est le volume molaire du liquide

Pg  est la pression du gaz

Psat est la pression de vapeur saturante ou P0

Rm  est le rayon du tube capillaire ou du pore

R est la Cte des gaz parfaits et T la température du gaz

Cette équation s’applique pour le cas où le liquide mouille parfaitement la surface du solide

En général si la mouillabilité n’est pas parfaite, (Ɵ ⧧ 0), l’équation s’écrit :

**ln (Pg/Psat) = 2 Ɣ Vl,mol Cos Ɵ {\displaystyle V\_{l,mol}}Cos / Rm RT**

**Démonstration**

Soit un tube capillaire de rayon R et de hauteur h.On aura :

le volume **V = л R2h** et la surface **S = 2 л Rh** ⇒ le rapport **V/S = R/2**

De plus l’eau que contient le tube est en équilibre avec sa vapeur. Toute molécule **n** d’eau gaz qui condense va augmenter le volume du liquide de

**dV =** **R/2 dS**

On considère ensuite les potentiels chimiques de la phase gaz ( μg) et de la phase liquide (μl) tels que :

**μg = (μg)0 + RT ln P0 et**

**μl = (μl)0 + RT ln P0**

**et dG = ( μl- μg ) dn - ƔdS**

**à l’équilibre dG = 0** ⇒ **ƔdS = ( μl- μg ) dn = RT ln (P0/p) / dn**

si Vm est le volume molaire du liquide alors le nombre n de moles condensées sera n = V/Vm et dn = dV/Vm = (R/2Vm). dS

enfin

**ƔdS = RT ln (P0/p). (R/2Vm). dS** ⇒ **ln (P0/p) = 2ƔVm/ Rm RT**

**C’est l’équation de Kelvin**

Si on suppose que Rm est le rayon de courbure à l’interface liquide-vapeur cette équation permet de relier la pression de vapeur saturante avec ce rayon de courbure. Elle permet également de prévoir la condensation capillaire dans la porosité d'un solide en fonction de la taille des pores.

Pour une pression P donnée,  Rm est le rayon de pore le plus grand dans lequel la condensation capillaire peut se produire. On appelle cette limite rayon de Kelvin. L'équation de Kelvin est aussi utilisée pour la détermination de la taille des pores.

**Conclusion**

A température ambiante, il est possible de condenser un gaz à une pression inférieure à sa pression de vapeur saturante rien qu’en l’enfermant dans un matériau de porosité réduite.

**Exemple pratique**

Dans certains pays d’Amérique latine où l’eau est rare sur les hauteurs des montagnes, les habitants de ces régions déploient des filets de mailles étroites (faibles porosités) dans l’air, ce qui permet de condenser et de récupérer l’eau qu’il contient.

…………………………………………………………………………………………………

**Solution de l’exercice sur l’angle de contact**

On obtient :

**Cos Ɵ = 0,8** ⇒ **Ɵ = 36,86°**