

LC 18 - Osmose : principe et application

Niveau L2

Prerequis

- * potentiel chimiq
- * (loi de l'hydrostatiq)
- * activité chimiq
- * Masse molaire en nombre polymères

Bibliographie

- * Ribeyre p 165
- * TI W 5700 desalement eau
- * TI P 1525 dialyse
- * Brenon - Audat
- * Fontanille

Introduction pédagogique

- * Cours au niveau L2 car nécessite des notions de thermochimie
- * Il vient après un cours sur le potentiel chimique et son utilisation en chimie, il arrive en fin de séquence de thermochimie, il permet aux élèves de voir une application du potentiel chimique par directement lié à un équilibre chimique, mais à un équilibre mécanique
- * Permet à l'élève de faire un lien entre les deux matières
- * Les calculs peuvent être difficile pour les élèves et difficile à relier à la réalité
- * On fait le choix de bien présenter le phénomène d'abord pour qu'ils comprennent bien ce qu'on cherche à calculer
- * On expliquera d'abord qualitativement ce qu'il se passe avant d'aborder les calculs,
- * Par les calculs on aura besoin que les élèves maîtrisent les notions de potentiel ~~et de~~ chimique et d'activité
- * On verra ensuite deux utilisations de l'osmose, une pour la masse des polymères, il faudra que l'élève ait des notions de stoe
- * Une sur osmose inverse
- * On pourra passer plus loin en étude de cas avec d'autres applications (dialyse) à les pb rencontrés avec dessalement
- * En TP on pourra faire des mesures avec un osmomètre ou mettre en évidence l'osmose avec membranes

Introduction

- * Dans les cours précédents on a étudié le potentiel chimique et les équilibres chimiques.
- * Aujourd'hui on va voir une application un peu en marge de l'utilisation du potentiel chimique (projo).
- * On va parler d'osmose aujourd'hui, on va expliquer pourquoi un raisin trempé dans l'eau sucrée devient plus petit qu'un raisin trempé dans l'eau distillée.

Objectif : Comprendre le phénomène d'osmose et en connaître des applications

Transition : On parle d'osmose, mais en fait qu'est-ce que c'est ?

I - Osmose

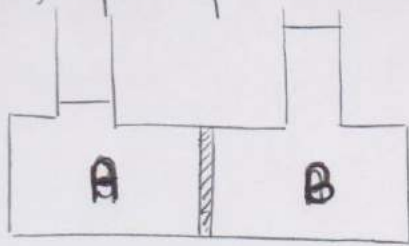
A. Mise en évidence

- * En 1748 Jean Antoine Nollet remarque que si on sépare de l'eau et de l'alcool par une vessie animale, l'eau passe dans l'alcool mais pas l'inverse : c'est la première expérience sur l'osmose
- * Il faut attendre 1854 pour que le mot osmose apparaisse, vient du grec et signifie poussée, mais pourquoi poussée ?
- * En fait c'est comme si l'eau poussait sur l'alcool à travers la membrane, on peut observer ça sur cette vidéo (Vidéo)
- * On voit bien une différence de niveau avant et après la mise en contact avec l'eau $\Rightarrow$ on a donc une différence de pression

Transition : Est ce qu'on peut retrouver ce résultat avec nos outils ?

B - La pression osmotique

* On va modéliser ce qu'on a dans la vidéo par 2 compartiments en contact, séparés par une membrane.



Le compartiment A contient du solvant pur (solution H₂O)
 = " B contient du solvant + soluté (alcool + eau)

* On va essayer de déterminer la différence de pression entre les deux compartiments

* Par là on va regarder les potentiels chimiques dans chaque compartiment.

• Dans A : $\mu_s^A = \mu_s^{A*}(T; p)$ (indica s pour solvant)

• Dans B : $\mu_s^B = \mu_s^{B*}(T; p) + RT \ln(x_s)$

* Comme $x_s < 1$ on a $\mu_s^A > \mu_s^B$: le solvant va de A vers B pour retrouver l'égalité des potentiels à l'équilibre

$\Rightarrow$ ça explique pourquoi on a la différence dans ce sens

* A l'équilibre on a plus de solvant dans B que dans A

* A l'éq $\mu_s^A = \mu_s^{A*}(T; p) = \mu_s^{B*}(T; p + \pi) + RT \ln(x_s)$ ↖ pression osmotique

$$\Rightarrow \mu_s^*(T; p) - \mu_s^*(T; p + \pi) = RT \ln(x_s)$$

Comme $\pi \ll p$ on peut faire un développement limité

$$-\frac{\partial \mu_s^*}{\partial p} \cdot \pi = -V_m^* \cdot \pi = RT \ln(x_s) = RT \ln(1-x) \stackrel{x \ll 1}{\approx} -RT \ln(x)$$

$$\Rightarrow \pi = \frac{RTx}{V_m^*} = RT \cdot \frac{n}{n_{sd} + n} \cdot \frac{n_{sd} + n}{V} = \boxed{RT \cdot C = \pi}$$

Loi de Van't Hoff

Transition : On a réussi à avoir une expression mathématique de la pression en fonction de la concentration, mais il doit bien y avoir d'autres applications que la mesure de concentration



On va essayer de déterminer la différence de pression entre les deux compartiments

On va se reporter au principe de Pascal (dans un fluide au repos la pression est la même à une même profondeur)
 Pour A : $p_A = p_0 + \rho \cdot g \cdot h_A$
 Pour B : $p_B = p_0 + \rho \cdot g \cdot h_B$

On a : $p_A < p_B$ donc $h_A < h_B$ le fluide va se déplacer vers B pour équilibrer les pressions

On va écrire l'équation de la différence de pression entre A et B

$$p_A - p_B = \rho \cdot g \cdot (h_B - h_A)$$

$$p_A - p_B = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

$$\Delta p = \frac{\rho \cdot g \cdot \Delta h}{g} = \rho \cdot \Delta h$$

$$\left[\frac{p}{\rho} = \frac{g \cdot h}{g} = h = \frac{p}{\rho} \right] \Rightarrow \frac{p}{\rho} = \frac{g \cdot h}{g} = h = \frac{p}{\rho}$$

II - Application

A. Osmométrie pour la détermination de masse molaire (Fontenille p.135)

* Cette application est surtout utilisée pour déterminer les masses molaire des polymères

* Si on reprend l'expression en concentration massique on a

$$\pi = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{m \cdot R T}{M \cdot V} = \frac{C_m \cdot R T}{M}$$

* Comme dans un polymère il y a différentes longueurs de chaînes on a

$$\pi = R T \sum_i \frac{C_{m_i}}{M_i} = R T \sum_i \frac{N_i \pi_i}{M_i}$$

$$\frac{\pi}{C_m} = R T \sum_i \frac{N_i}{N_i \pi_i} = \frac{R T}{\pi_n} \quad \begin{array}{l} \swarrow \text{masse molaire moyenne en nombre} \\ \downarrow f(C_m) \end{array}$$

* Normalement en traçant $\frac{\pi}{R T C_m}$ on obtient une courbe horizontale de

d'ordonnée $1/\pi_n$ (projo), or ce n'est pas toujours le cas

* A des concentrations trop grande on ne peut plus faire l'approximation

$$\ln(xs) = \ln(xs) \approx -xs$$

$$\hookrightarrow \text{on peut corriger en écrivant } \ln(xs) = -x - \beta x^2$$

$$\Rightarrow \text{on trouve } \frac{\pi}{C_m} = R T \left[\frac{1}{\pi_n} + \beta C_m \right], \text{ on a bien une droite et on peut}$$

retrouver la masse du polymère : ordonnée à l'origine vaut $1/\pi_n$, pente = β

Transition : Avec l'osmose on peut remonter à une concentration ou à une masse molaire, mais ce n'est vraiment pas tout

B. Osmose inverse

- * On a vu que si on avait une différence de concentration on trouve une différence de pression
- * Mais il existe aussi le phénomène inverse, si on applique une différence de pression, on va obtenir une différence de concentration (**projo**)
- * Si on applique sur le compartiment où il y a le soluté une pression qui vaut π , par définition on aura le même niveau dans les deux compartiments
- * Si on applique $p > \pi$ on aura du solvant pur qui va aller de B vers A
- * A quoi ça sert ? $\Rightarrow$ Dessalement de l'eau de mer (**proje**)
- * Dans l'eau de mer, il y a environ 35 g/L de sels $\approx 0,6 \text{ mol. L}^{-1}$
 - ↳ On peut calculer la pression à appliquer

$$\pi = ([\text{Na}^+] + [\text{Cl}^-]) R \times T = (1,2 \cdot 10^3) 8,31 \times 298 = 29,7 \text{ bars}$$
$$= \cancel{(0,6 + 0,6) 8,31 \times 298 = 30 \text{ bars}}$$

- * On applique donc une pression $\oplus$ grande soit en réalité 30 à 35 bars
- * Il y a néanmoins des problèmes à cette technique
 - La membrane utilisée peut se boucher) Wik:
 - Demande beaucoup d'énergie
 - Laisse l'eau beaucoup plus salée dans la mer $\Rightarrow$ destruction écosystème
- * Mais nécessaire dans certains pays où peu d'eau mais la mer
 - ↳ production de 95 milliards de Litre d'eau par jours

Conclusion

* Grâce au potentiel chimique on a pu expliquer le phénomène d'osmose,
si on revient sur les raisins

• Si dans le sucre : eau sers du raisin

• Si dans eau distillée : raisin a un peu secue eau entre dans raisin

* On a vu 2 applications, mais il en existe d'autre

↳ purification : of étude decc: diolyse