

PSI 2018 - 2019*
TD Chimie N° 5 - Potentiel chimique

OSMOSE DIRECTE ET OSMOSE INVERSE (d'après Centrale PSI 2010)

I.B.1) Un système fermé est composé d'un corps pur A sous deux phases (1) et (2), à température et pression constantes.

a) Exprimer l'enthalpie libre G de ce système en fonction des potentiels chimiques de A dans les deux phases, $\mu_A(1)$ et $\mu_A(2)$, et des quantités de matière respectives n_1 et n_2 .

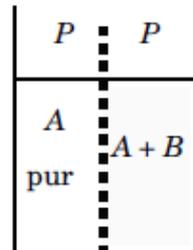
b) Quelle propriété possède G lorsque le système est à l'équilibre ? En déduire une relation entre $\mu_A(1)$ et $\mu_A(2)$ à l'équilibre.

c) Lorsque cette condition n'est pas réalisée, dans quel sens le système évolue-t-il ?

I.B.2) On étudie le système suivant à l'état liquide et à la température T constante :

- compartiment (1) : solvant A pur,
- compartiment (2) : mélange idéal de B et de A .

Les deux compartiments sont séparés par une paroi semi perméable, qui laisse passer uniquement les molécules du solvant A . La même pression P règne au-dessus des deux compartiments.



a) On rappelle l'expression du potentiel chimique du constituant i d'un mélange idéal :

$$\mu_i(T, P, x_i) = \mu_i^\circ(T) + RT \ln(x_i).$$

- Rappeler la définition de $\mu_i^\circ(T)$.
- En quoi cette expression n'est-elle qu'une expression approchée du potentiel chimique ?

On montre que, s'il faut tenir compte de la pression P au-dessus du système, cette expression doit être remplacée par :

$$\mu_A(T, P, x_A) = \mu_A^\circ(T) + V_{mA}(P - P^\circ) + RT \ln x_A$$

où V_{mA} désigne le volume molaire de A , considéré comme constant. On adoptera cette expression dans la suite.

b) Montrer que le système ne peut être en équilibre et indiquer son sens d'évolution.

Pour cela, on écrira les potentiels chimiques de l'espèce A dans les compartiments 1 et 2 et on les comparera en raisonnant par analogie avec la question 1.

Ce phénomène est appelé osmose (directe). Le texte suivant en décrit une application :

Le sel et le sucre empêchent la prolifération bactérienne : le sel conserve viandes et poissons tandis que le sucre préserve les confitures.

Une méthode ancienne de protection des plaies utilisée en l'absence d'antiseptique pour éviter la gangrène des plaies infectées était l'application de sucre.

La plupart des bactéries sont des organismes unicellulaires. Elles contiennent une solution aqueuse d'ions, d'acides aminés et de protéines et ne sont protégées de l'extérieur que par une membrane perméable à l'eau.

Expliquer comment l'ajout de sel ou de sucre à une solution bactérienne peut détruire ces bactéries.

c) On suppose maintenant qu'on crée des conditions de pression différentes : P_1 au-dessus du compartiment (1) et P_2 au-dessus de (2) ; on appelle *pression osmotique* Π la valeur particulière de $\Delta P = P_2 - P_1$ qui permet au système de rester à l'équilibre.

Exprimer Π en fonction de x_B , fraction molaire de B dans le mélange (2) et de V_{mA} . En considérant que dans le mélange (2), $x_B \ll 1$, montrer que $\Pi = RTC_B$, où C_B désigne la concentration molaire de B dans le compartiment (2), et généraliser au cas où la solution renferme plusieurs espèces dissoutes.

d) Calculer Π pour une solution aqueuse de chlorure de sodium à $0,6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ à 298 K . On donnera la réponse en pascals puis en bars.

I.B.3) Qu'observe-t-on si on impose une pression P_2 telle que $P_2 - P_1$ soit supérieure à Π ?

En déduire le principe du procédé de dessalement de l'eau de mer par *osmose inverse* qui se développe actuellement dans de nombreux pays du Sud parce qu'il est peu coûteux en énergie. Quelles limitations voyez-vous à ce procédé ?

Constante des gaz parfaits : $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

La concentration moyenne des océans en chlorure de sodium est de $0,6 \text{ mol/L}$.

Compléments :

https://lycee-champollion.fr/IMG/pdf/osmose_-_pour_la_sciences.pdf

<http://www.universcience.tv/video-d-eau-et-de-sel-4994.html>

Extrait du programme officiel - Approche documentaire :

A partir de documents sur la pression osmotique, discuter de l'influence de la pression sur le potentiel chimique et d'applications au laboratoire, dans l'industrie, ou dans la vie courante.