

LC4 : Potentiel chimique

Élément imposé : Osmose inverse, dialyse solution isotonique, Osmométrie

Niveau : L2

Prérequis :

- Relation de Gibbs-Duhem (L2)
- Potentiel chimique, expression, condition d'expression (L2)
- Relation fondamentale de la statique des fluides (L1)
- Volume molaire, fraction molaire (L1)
- Masse molaire en nombre (L2)

Difficultés :

- Pas de simplification de la pression dans l'expression du potentiel
- Propriété qui ne dépend que de la quantité d'impureté

Séquence pédagogique

- Activité complémentaire étude d'un gaz
- TP utilisation de l'osmomètre de Dutrochet

Sources Thermodynamique chimique Brénon-audat Thermodynamique matériaux PC, les nouveaux précis Bréal *Chimie*³ TI K360 V1 membranes semi-perméables, Atkins p154, Fosset p57 : rôle biologique, osmométrie et dessalement de l'eau de mer TI W5700 V1, dialyse TI P1525 V2, Vidéo yt de lyse osmotique BUP 821

Obj : Reconnaître et utiliser le phénomène de l'osmose pour *Element imposé*

Introduction

Osmose au coeur de l'innovation : désalinisation, usines. Mais comment ça marche ?

Osmose phénomène de transport de matière de molécules de solvant traversant une membrane semi-perméable séparant deux compartiments de concentrations différentes.

Il est à l'origine d'une pression : la pression osmotique dont les applications sont importantes en biologie: cellules sanguines placées dans un milieu de concentration moins grande de celle de l'intérieur des cellules : elles explosent.

1 Principe

1.1 Mise en évidence

Dans un osmomètre comportant dans un des compartiments A pur, de pression p_2 et dans l'autre la solution A + B, de pression p_1 , on observe une différence de pression $\Pi = p_1 - p_2 > 0$ entre les deux compartiments. C'est la **pression osmotique**.

1.2 Pression osmotique

McQuarrie p569, indispensable application p53 démo fosset p58

La condition d'équilibre est l'égalité des potentiels ds deux côtés de la membrane

$$\mu_A^{pur}(T, p_1) + RT \ln x_A = \mu_A^{pur}(T, p_2)$$

Pour une solution diluée,

$$\mu_A^{pur}(T, p_1) - \mu_A^{pur}(T, p_2) = RT \ln x_A \simeq RT x_B$$

On intègre Gibbs-Duhem à température fixée :

$$\int_1^2 d\mu_A = \mu_A^{pur}(T, p_2) - \mu_A^{pur}(T, p_1) = \int_1^2 v_A dp$$

En phase condensée, v_A varie peu avec la pression :

$$\int_1^2 v_A dp = v_A \int_1^2 dp = v_A \Pi$$

Or, en solution diluée, $x_B \simeq \frac{n_B}{n_A}$ donc on a $RT \left(\frac{n_B}{n_A} \right) \simeq v_A \Pi$.

En solution diluée on a $V = n_A v_A + n_B v_B \simeq n_A v_A$

$$\Pi V = n_B RT$$

Ce qui est l'équation de van t'Hoff.

On notera la similitude avec l'équation d'état du gaz parfait.

2 Application à l'osmométrie

2.1 Définition

Osmométrie Méthode de mesure de la masse molaire d'un composé présent en solution

Revient à la démonstration de la formule de Van't Hoff avec une pression différente dans une phase phase avec Π la pression osmotique définie par l'osmomètre de dutrochet, $\Pi = \rho gh$

2.2 Mesure d'une masse molaire

Détermination de la masse molaire de l'hémoglobine McQuarrie p586: $\Pi = RT[\text{hemoglobine}] = RT \frac{n_{hem}}{V} = RT \frac{m_{hem}}{M_{hem} V}$

A.N. : $m = 0,5 \text{ g}$, $T = 298\text{K}$, $V = 100\text{mL}$ et $\Pi = 193 \text{ Pa}$ on trouve $M = 64,2\text{kg/mol}$

Conclusion

On a alors vu l'utilisation des potentiels chimiques

Questions

- Désalinisation de l'eau ? Osmose inverse : on applique une pression sur l'eau salée et elle passe de l'autre côté. Problèmes ? Membranes, durée de vie de 6 à 7 ans, cher et bcp d'énergie.
- utilisation de l'osmose comme source d'énergie ? Pour l'instant à l'état de projet
- Rq : introduit la vidéo avec un effet amusant
- Osmométrie : quelles sont les limites ? Systèmes hors du domaine d'application de la méthode ? On doit trouver des membranes adaptées donc molécules suffisamment grosses pour ne pas passer à travers les pores de la membrane, soluble dans un solvant. Eau facile de trouver des membranes semi perméables car les molécules sont petites sont petites. Possible sur un large pannel.

- Expression de la pression dans la formule de van'tHoff, plusieurs fois la qté de matière, quelle limitation peut être introduite via ça ? Réctif avec l'eau modifie la qté de matière et la masse molaire. Système très utilisé pour M de polymères mais pas possible pour les polyélectrolytes (donnant des ions). Important : pas de phénomène de dissociation complet ou d'association. Car on change alors ce qu'on a en solution : facteur de van't hoff qui apparaît devant l'expression de la pression osmotique. Ex : acide carboxylique plus faible car formation de dimères donc n inférieure à n introduit
- Propriété colligative ? ne dépend que de la concentration de l'espèce et non de l'espèce considérée.
- Expression du potentiel chimique du corps pur, quelles sont les hypothèses sont faites ? Pourquoi on retire la qté de matière ? Seul dans sa phase car corps pur. Car potentiel chimique est une grandeur intensive donc pas de dépendance en n . Hyp : le volume molaire ne dépend pas de la pression donc que la phase condensée est incompressible. Pas possible dans le cas d'un gaz. On travaille sur des petits intervalles de pression et si on est en eq avec une phase gaz, on peut négliger les effets de pression dans la phase condensée en regard des effets de pression dans le gaz. On devrait éviter de supprimer le terme en $V_m(P - P^0)$ tout de suite.
- Potentiel chimique en tant qu'énergie molaire pour emmener le constituant dans la phase considérée ? Analogie avec le potentiel électrochimique avec comme référence le composé dans le vide. Travail réversible pour emmener une quantité de matière du corps pur jusqu'au sein du système.
- Quelque chose de clinquant sur la loi de Van't Hoff? Une remarque d'excellence ? Van't Hoff a eu le premier prix Nobel de chimie en 1901 notamment pour la compréhension des dynamiques réactionnelles et de l'osmométrie.
- Méthode standard pour mesurer la masse molaire des composés ? Utilisé dans le domaine des polymères. Spectrométrie de masse, plus difficile à mettre en place et plus cher.
- Hématie ? Solution isotonique to eau distillée et boum.
- Où dans la séquence ? Au milieu car introduction de l'enthalpie libre, les grandeurs molaires de réactions, les diagrammes de phase et l'osmométrie sera charnière entre les grandeurs et les applications.
- séquence pédagogique : activité gaz ? Potentiel chimique dans le cas du GP avec tout seul, mélange, fugacité. Donner à la fois des docs et des points de cours.
- Osmomètre de dutrochet ?
- contribution principale de l'osmose = entropique ou enthalpique ? Entropie de mélange car présent avec le mélange idéal.