

Biophysique des solutions

N.CHERIET

Université de Batna, Faculté de Médecine, Département de Médecine

3 Décembre 2018

Chapitre 2

Propriétés colligatives des solutions

Plan

- 1 Introduction
- 2 Cryoscopie
- 3 Ebullioscopie
- 4 Pression osmotique
 - Osmomètre de dutrochet

Introduction

Propriétés colligatives

Les propriétés des solutions qui ne dépendent pas de la nature des solutés mais seulement de leur nombre total, sont dites propriétés colligatives.

- 1 L'abaissement de la température de congélation d'un solvant contenant un soluté (cryoscopie).
- 2 L'élévation de la température d'ébullition d'un solvant contenant un soluté (ébullioscopie).
- 3 La pression osmotique.

Cryoscopie

Si on introduit un soluté dans un solvant pour former une solution. La température de congélation de la solution est abaissée par rapport à la température de congélation du solvant pur.

- θ_{solvant} : la température de congélation du solvant pur.
- θ_{solution} : la température de congélation de la solution.

$$\Delta\theta = \theta_{\text{solution}} - \theta_{\text{solvant}}$$

Loi de Raoult

$$\Delta\theta = -k_c \cdot \omega$$

- k_c : constante cryoscopique du solvant.
- ω : osmolarité de la solution.

Ebullioscopie

La loi de l'ébullioscopie permet de quantifier l'élévation de la température d'ébullition d'un solvant en fonction de la quantité de soluté ajouté.

$$\Delta\theta = \theta_{solution} - \theta_{solvant}$$

Loi de Raoult

$$\Delta\theta = k_e \cdot \omega$$

- k_e : constante ébullioscopique du solvant.
- ω : osmolarité de la solution.

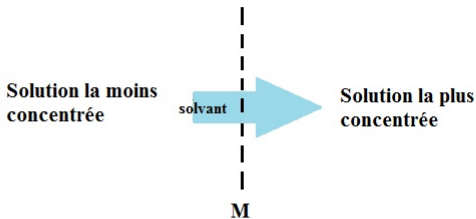
pour l'eau : $k_e = 0.51 \text{ K.l/osmol}$

Pression osmotique

Phénomène d'osmose

Phénomène d'osmose

L'osmose est le passage des molécules du solvant, à travers une membrane semi-perméable, depuis le milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré.



Pression osmotique

Notion de pression

Définition

Si une force F s'exerce normalement \perp et uniformément sur une surface S , on appelle **pression** la grandeur physique notée par le symbole P et donnée par la relation :

$$P = \frac{F}{S}$$

- F mesuré en newton (N).
- S surface en m^2 .
- P la pression en pascal (N/m^2)

Unités de pression :

Le bar	1bar	=	10^5 Pa
Le torr(ou mm de Hg)	1torr	=	1mmHg = 133.3 Pa
L'atmosphère	1atm	=	1013 mbar = 760 torr

Pression osmotique

Expression de la pression osmotique

En 1887 **Van't Hoff** sur une analogie entre les propriétés des solutions liquides diluées et celle des gaz parfaits à donné une formulation de l'expression de la pression osmotique.

Loi de Van't Hoff

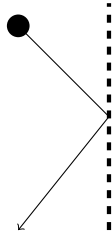
$$\Pi = \omega RT$$

- Π : La pression osmotique en pascal (Pa).
- ω : L'osmolarité de la solution en (*osmol/m³* ou *mosmol/l*)
- R : la constante des gaz parfaits = 8,31joule/osmol.K
- T : La température en degré (K).

Pression osmotique

Interprétation microscopique de la pression osmotique

Les particules en solution sont agitées et se déplacent de façon aléatoire dans la solution de ce fait, elles heurtent les parois du récipient dans le quel elles sont contenues et exercent alors une pression.

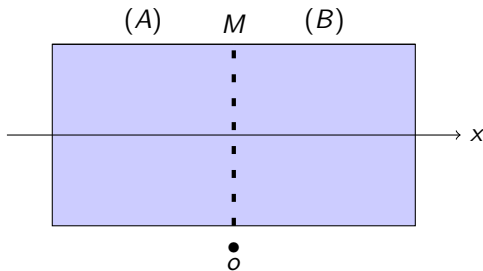


Pression osmotique

Exemple 1

Dispositif expérimental

- Deux compartiments (A) et (B) de volume 1 litre chacun.
- Une membrane semi-perméable (M)
- La membrane est libre de se déplacer le long de l'axe (x).

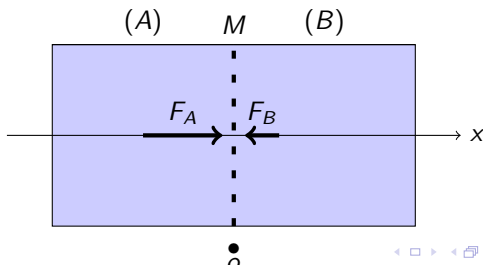


Exemple 2

étude de l'équilibre de la membrane sous l'effet de la pression osmotique.

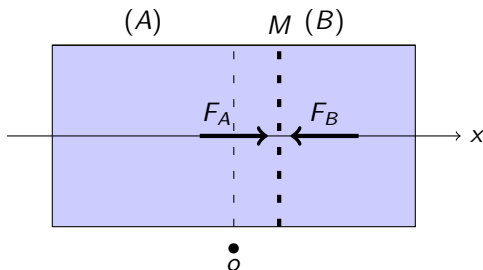
la température des deux solutions est : 25 °C.

	Compartment(A)	Compartment(B)
	Eau 8,775 g de NaCl	Eau 27 g de Glucose
Osmolarité ω (osmol/l)	$2(8,775/58,5) = 0,3$	$(27/180) = 0,15$
Pression osmotique Π (pascal)	$(300)(8,31)(298)$ 742914	$(150)(8,31)(298)$ 371457
Force F	F_A	F_B



Exemple 2

Étude de l'équilibre d'une membrane sous l'effet de la pression osmotique.



Calculons le volume d'eau V_e qui a passé par osmose du compartiment (B) vers le compartiment (A).

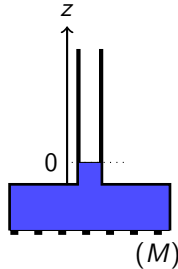
A l'équilibre osmotique : $\tilde{\Pi}_A = \tilde{\Pi}_B$ donc $\tilde{\omega}_A = \tilde{\omega}_B$

$$\frac{\omega_A \cdot V_A}{V_A + V_e} = \frac{\omega_B \cdot V_B}{V_B - V_e}$$

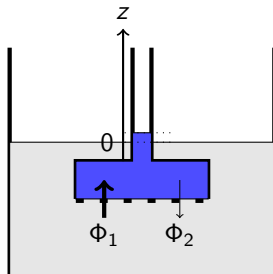
Osmomètre de dutrochet

Dispositif expérimental

- une cellule d'osmométrie fermée à la base par une membrane semi-perméable contenant une solution aqueuse d'osmolarité ω
- la cellule est surmontée d'un tube capillaire.



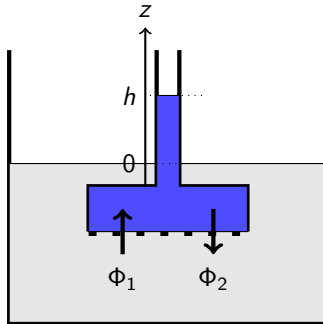
Observations



- on observe un flux diffusif d'eau entrant Φ_1 qui fait monter le niveau dans le tube
- il s'exerce alors sur la solution une pression hydrostatique.
- cette pression induit un flux de filtration Φ_2
- tant que Φ_2 est inférieur à Φ_1 le niveau monte dans le tube.

État d'équilibre

- l'ascension du liquide cesse pour une certaine hauteur h .
- cet état d'équilibre correspond au fait que le flux de filtration égale le flux osmotique.



État d'équilibre

relation entre ω et h

A l'équilibre la pression hydrostatique s'oppose exactement à la pression osmotique.

$$\rho gh = \omega_e RT$$

$$\omega_e = \frac{\omega v}{v + sh}$$

d'où l'osmolarité de la solution introduite dans l'osmomètre de Dutrochet

$$\omega = \frac{\rho gh(v + sh)}{RTv}$$