

Module de Biophysique

SERIE 4

Biophysique des solutions (3)

Pr. Boutheïna Boutabia-Chéraitia

Faculté de Médecine d'Annaba

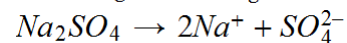


1 **SERIE 4 -avec corrigé-** **Pr B. Boutabia-Chéraitia**
Exercice 1:

Une cuve horizontale de section verticale carrée, de 10cm de côté, de volume 10l est séparée en deux compartiments égaux, séparés par une cloison semi-perméable mobile, pouvant glisser sans frottement le long de la cuve. Dans le compartiment (1), on verse une solution de glucose à $0,1\text{mol/l}$. Dans le compartiment (2) une solution de Na_2SO_4 à $0,1\text{mol/l}$. On libère la cloison mobile. Dans quel sens et de combien elle se déplace?

Réponses

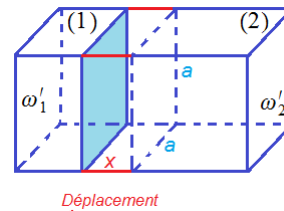
$$\omega_1 = \omega_{\text{glucose}} = C_{\text{glucose}} = 0.1\text{osmol/l}$$



$$\Rightarrow \omega_2 = 3C_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 0.3\text{osmol/l}$$

$\omega_1 < \omega_2 \Rightarrow \text{H}_2\text{O} : (1) \rightarrow (2) \Rightarrow$ La cloison se déplace de (2) \rightarrow (1) de x .

Le flux d'eau s'arrête lorsque $\omega'_1 = \omega'_2$



2

SERIE 4 -avec corrigé-

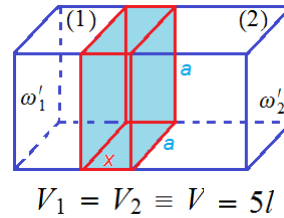
Pr B. Boutabia-Chéraitia

$$\omega'_1 = \frac{n_{1osmoles}}{V_1} = \frac{\omega_1 V_1}{V_1 - a^2 x} \quad \omega_1 = \frac{n_{1osmoles}}{V_1}$$

$$\omega'_2 = \frac{n_{2osmoles}}{V_2} = \frac{\omega_2 V_2}{V_2 + a^2 x} \quad \omega_2 = \frac{n_{2osmoles}}{V_2}$$

$$\omega'_1 = \omega'_2 \Rightarrow \frac{\omega_1 V_1}{V_1 - a^2 x} = \frac{\omega_2 V_2}{V_2 + a^2 x}$$

$$\Rightarrow x = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_2 + \omega_1} \frac{V}{a^2} = 0.25m$$

**Exercice 2:**

Soient deux compartiments (1) et (2) de même volume 1l. Le compartiment (1) contient 100mmol de $NaCl$ et 2mmol d'une macromolécule non dissociée, le compartiment (2) contient 99mmol de KCl et 4mmol de la même macromolécule.

- 1) Ces deux compartiments sont séparés par une membrane semi-perméable parfaite. Qu'observe-t-on?
- 2) Ces deux compartiments sont séparés par une membrane perméable à l'eau et aux seuls ions minéraux. On envisage successivement les flux ioniques puis les flux liquidiens.

3

SERIE 4 -avec corrigé-

Pr B. Boutabia-Chéraitia

- a) Comment vont se répartir les ions minéraux après un temps infini?
- b) Si cette répartition est réalisée sans flux liquidien, le système peut-il être en équilibre? Pourquoi?
- c) Comment faudrait-il agir sur le système pour que les niveaux des deux compartiments ne changent pas? On admettra qu'à la température de l'expérience, une mole de soluté par litre développe une pression osmotique de 24atm.

Réponses

	(1)	(2)	
Initialement	$[Pr]_1 = 2mmol/l$	$[Pr]_2 = 4mmol/l$	$[NaCl]_1 = 100mmol/l$ $[KCl]_2 = 99mmol/l$
	$[Na^+]_1 = 100mmol/l$	$[K^+]_2 = 99mmol/l$	
	$[Cl^-]_1 = 100mmol/l$	$[Cl^-]_2 = 99mmol/l$	

↪ La membrane est semi-perméable ⇒ Pas de flux ionique.

↪ $\omega_1 = \omega_1(Pr) + \omega_1(Na^+) + \omega_1(Cl^-) = 2 + 100 + 100 = 202mosmol/l$

$\omega_2 = \omega_2(Pr) + \omega_2(K^+) + \omega_2(Cl^-) = 4 + 99 + 99 = 202mosmol/l$

$\omega_1 = \omega_2 \Rightarrow$ pas de flux d'eau

4 **SERIE 4 -avec corrigé-** Pr B. Boutabia-Chéraitia

2) a)

	(1)	(2)
A l'équilibre	$[\text{Pr}]_1 = 2\text{mmol/l}$	$[\text{Pr}]_2 = 4\text{mmol/l}$
	$[\text{Na}^+]_1 = 50\text{mmol/l}$	$[\text{Na}^+]_2 = 50\text{mmol/l}$
	$[\text{Cl}^-]_1 = 99.5\text{mmol/l}$	$[\text{Cl}^-]_2 = 99.5\text{mmol/l}$
	$[\text{K}^+]_1 = 49.5\text{mmol/l}$	$[\text{K}^+]_2 = 49.5\text{mmol/l}$

$$C_\infty = \frac{C_{1r} + C_{2i}}{2}$$

$$\omega_1 = \omega_1(\text{Pr}) + \omega_1(\text{Na}^+) + \omega_1(\text{Cl}^-) + \omega_1(\text{K}^+) = 201\text{mosmol/l}$$

$$\omega_2 = \omega_2(\text{Pr}) + \omega_2(\text{Na}^+) + \omega_2(\text{Cl}^-) + \omega_2(\text{K}^+) = 203\text{mosmol/l}$$

$\omega_2 > \omega_1 \Rightarrow H_2O : (1) \rightarrow (2)$, sans ce flux d'eau le système ne peut pas être en équilibre.

c) Il faut empêcher le flux d'eau en appliquant une pression P :

P de sens opposé à $\pi_{osm} \Rightarrow P : (2) \rightarrow (1)$

$$P = \pi_{osm}$$

$$\pi_{osm} = (\omega_2 - \omega_1)RT = (\omega_2(\text{Pr}) - \omega_1(\text{Pr}))RT = ([\text{Pr}]_2 - [\text{Pr}]_1)RT$$

$$[\text{Pr}]_2 - [\text{Pr}]_1 = 2\text{mmol/l}$$

1mol/l développe $24\text{atm} \Rightarrow 2\text{mmol/l}$ développent $48\text{atm} \Rightarrow P = 48\text{atm}$

5 **SERIE 4 -avec corrigé-** Pr B. Boutabia-Chéraitia
Exercice 3:

Un récipient est séparé en deux compartiments (1) et (2) par une membrane dialysante. On verse dans chacun d'eux une solution de NaCl différente, et dans l'un d'eux une solution d'une macromolécule non-diffusible mais électrolytique. A l'équilibre on a:

$$[\text{Na}^+]_1 \cdot [\text{Cl}^-]_1 = 0,16(\text{osmol/l})^2; [\text{Cl}^-]_2 = 0,457\text{osmol/l}.$$

1) Calculer $[\text{Na}^+]_2$.

2) De quel côté se trouve la macromolécule chargée? Préciser le signe de sa charge et calculer son osmolarité sachant que la valeur absolue de sa valence est 18.

3) Calculer la pression osmotique exercée par un compartiment sur l'autre, à la température de 17° .

4) Calculer le potentiel de Donnan ainsi que le champ transmembranaire, sachant que l'épaisseur de la membrane est de $10\mu\text{m}$. Représenter ce champ sur un schéma.

6 SERIE 4 -avec corrigé- Pr B. Boutabia-Chéraitia

Réponses

1) Relation d'équilibre de Donnan:

$$\frac{1}{z} \ln \frac{[I]_2}{[I]_1} = \frac{1}{z'} \ln \frac{[I]_2}{[I]_1} \Rightarrow \frac{1}{+1} \ln \frac{[Na^+]_2}{[Na^+]_1} = \frac{1}{-1} \ln \frac{[Cl^-]_2}{[Cl^-]_1} \Rightarrow \frac{[Na^+]_1}{[Na^+]_2} = \frac{[Cl^-]_2}{[Cl^-]_1}$$

$$\Rightarrow [Na^+]_2 = \frac{[Na^+]_1 [Cl^-]_1}{[Cl^-]_2} = \frac{0.16}{0.457} = 0.35 \text{ osmol/l}$$

2) $[Na^+]_2 \neq [Cl^-]_2 \Rightarrow Pr$ dans (2) et chargée positivement, en effet:

↪ Electroneutralité dans (1) : $C_{e1}^+ = C_{e1}^-$

$$C_{e1}^+ = C_{e1}(Na^+) = +1[Na^+]_1 = [Na^+]_1$$


$$C_{e1}^- = C_{e1}(Cl^-) = -1[Cl^-]_1 = [Cl^-]_1$$

$$C_{e1}^+ = C_{e1}^- \Rightarrow [Na^+]_1 = [Cl^-]_1 = \sqrt{[Na^+]_1 \cdot [Cl^-]_1} = \sqrt{0.16} = 0.4 \text{ osmol/l}$$

↪ Electroneutralité dans (2) : $C_{e2}^+ = C_{e2}^-$

$$C_{e2}(Na^+) = [Na^+]_2$$

$$C_{e2}(Cl^-) = [Cl^-]_2$$

$C_{e2}(Na^+) < C_{e2}(Cl^-) \Rightarrow Pr$ dans (2) et chargée positivement : Pr 

7 SERIE 4 -avec corrigé- Pr B. Boutabia-Chéraitia

$$C_{e2}^+ = C_{e2}^-$$

$$\Rightarrow C_{e2}(Na^+) + C_{e2}(Pr^{18+}) = C_{e2}(Cl^-)$$

$$\Rightarrow [Na^+]_2 + 18[Pr^{18+}] = [Cl^-]_2$$

$$\Rightarrow [Pr^{18+}] = \frac{[Cl^-]_2 - [Na^+]_2}{18} = 6 \text{ mmol/l} \Rightarrow \omega_{Pr^{18+}} = 6 \text{ mosmol/l}$$

3) $\omega_1 < \omega_2 \Rightarrow \Delta\pi : (1) \rightarrow (2)$

$$\Delta\pi = \Delta\omega RT = (\Delta\omega_i + \omega_p) RT$$

$$= \left[(\omega_{2Na^+} + \omega_{2Cl^-} - \omega_{1Na^+} - \omega_{1Cl^-}) + \omega_{2Pr^{18+}} \right] RT$$

$$= [(350 + 457 - 400 - 400) + 6] \times 8.31 \times (273 + 17) = 31328 \text{ Pa}$$

4) Pr^{18+} dans (2) $\Rightarrow \vec{E} : (2) \rightarrow (1) \Rightarrow V_2 > V_1$

$$\Rightarrow \text{potentiel de la membrane: } V_1 - V_2 = -\frac{RT}{zF} \ln \frac{C_1}{C_2}$$

On applique pour Na^+ :

$$V_1 - V_2 = -\frac{RT}{(+1)F} \ln \frac{[Na^+]_1}{[Na^+]_2} = -0.00333 \text{ V} = -3.33 \text{ mV}$$

$$E = -\frac{V_1 - V_2}{l} = \frac{3.33 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-6}} = 333 \text{ V/m}$$

