PCEM 1 UNIVERSITE PARIS VII
BIOPHYSIQUE : PHYSICO-CHIMIE 2007-2008

Enseignements dirigés
1e Semaine

I - Soit une solution A de 3 litres contenant 34 g de saccharose et une autre solution B aqueuse 2 litres contenant 51 g de saccharose. Les deux solutions sont en contact à travers une membrane perméable au saccharose.
On donne : masse molaire du saccharose M = 342g/mole.
a) Comment le système évoluera-t-il?
b) Comment varient l'enthalpie libre et l'entropie du système au cours de cette évolution ?
c) Quelle sera la concentration de saccharose dans le premier compartiment à l'équilibre.
d) Quelle sera la variation du potentiel chimique du saccharose dans le premier compartiment entre l'instant initial et l'équilibre?
e) Quelle sera la variation de potentiel chimique de l'eau en A entre les mêmes instants?
On prendra RT = 2500 uSI

II - Une particule colloïdale sphérique diffuse dans un liquide placé à 7 °C puis à 77 °C.
Sachant que les coefficients de viscosité du liquide sont tels que $\eta_{7°C} = 2\eta_{77°C}$. La valeur du rapport des coefficients de diffusion $D_{7°C} / D_{77°C}$ est :
Indiquer la proposition exacte :
A. 0,4
B. 0,8
C. 1,29
D. 7,8
E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

III - Deux solutions d'une même macromolécule de concentrations respectives 10^{-4} mole.l^{-1} et 10^{-5} mole.l^{-1} sont séparées par une membrane poreuse, perméable à ces macromolécules, de surface des pores égale à $10 cm^2$, d'épaisseur 50µm. Avec :
Coefficient de diffusion libre : D macromolécule = 5.10^{-7} $cm^2.s^{-1}$
Masse molaire : 70 000$g.mole^{-1}$
Quel est le débit de matière passant à travers la membrane ?
Cocher la proposition vraie :
A. 7,7 $\mu g.s^{-1}$
B. 7 $\mu g.s^{-1}$
C. 7,7 mg. s^{-1}
D. 7 mg.s^{-1}
E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

IV – Soit un système composé de 2 bacs remplis d'eau (bac A de volume 2 litres et bac B de volume 3 litres) séparés par une membrane poreuse, perméable au glucose. On introduit 54g de glucose (M = 180) dans le bac A.

a) Les concentrations molaires initiales Ci et finales Cf (à l'équilibre) de glucose, en A et en B sont, en moles par litre :

A. Ci(A) = 0,3 ; **B.** Cf(A) = 0,12 M ; **C.** Cf(B) = 0,18 ; **D.** Cf(B) = 0,06 ;
E. Aucune de ces réponses n'est exacte

b) La membrane a une épaisseur de 10µm et une surface de 1m². Elle comporte 10^4 pores par mm², chaque pore ayant un diamètre de 25nm. A l'instant t = 0, on mesure un débit initial de glucose entre A et B de 4.10^{-8} mole.s^{-1}.Quel est le coefficient de diffusion libre du glucose exprimé dans les unités du système international SI.

c) Donner le coefficient de perméabilité de la membrane au glucose en précisant également l'unité dans le système international SI.

V - Pour étudier les propriétés de la membrane alvéolo-capillaire du poumon, on mesure la diffusion des alvéoles vers le sang d'un gaz très soluble dans le sang : l'oxyde de carbone CO.

On définit la capacité de diffusion pulmonaire Dco par la relation $\frac{dm}{dt} = -D_{CO}\Delta P$

dm = masse de CO traversant la membrane alvéolaire pendant le temps dt.

1) A partir de la 1ère loi de Fick, montrer que Dco dépend de la surface S de contact entre les alvéoles et les capillaires, et de Δx épaisseur de la membrane alvéolo-capillaire.

2) Le sujet respire une quantité mo d'oxyde de carbone et reste en apnée. Quelle est la relation qui unit la masse de CO présente à sa pression partielle dans le volume alvéolaire.

TD N°1 : THERMODYNAMIQUE ET DIFFUSION

I.

a)

Saccharose 34g 3L	51g 2L
A	B

$$Cp(\text{pondérale}) = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$$

$Cp_{A0} = 11{,}33\ g.L^{-1}$
$Cp_{B0} = 25{,}5\ g.L^{-1}$

Donc le soluté va de B vers A.

b) G diminue, et S augmente

c) Équilibre : $Cp_{A\infty} = Cp_{B\infty} = \left(\frac{Cp_{A0}\,V_A + Cp_{B0}\,V_B}{V_A + V_B}\right) = \frac{34+51}{5} = 17\,g.L^{-1}$

d) $\mu_{A1} = \mu_0 + RT\ln Cp_{A1}$
$\mu_{A2} = \mu_0 + RT\ln Cp_{A2}$

$$\mu_{A2} - \mu_{A1} = RT\ln\frac{Cp_{A2}}{Cp_{A1}} = 2500\ln\frac{17}{11{,}33} = +1014\,J.mol^{-1}$$

e) $\mu_{eauA1} = \mu_0 + RT\ln X_{eauA1}$

$$\mu_{eauA2} - \mu_{eauA1} = RT\ln\frac{X_{e,A2}}{X_{e,A1}}$$

$$X_e = \frac{n_e}{n_e + n_s}$$

$$X_{e,A1} = \frac{3000/18}{3000/18 + 34/342} = 0{,}99940$$

masse d'eau (A, t = 0) ~ masse de 3L de solution
($\rho_{solution} \sim \rho_{eau}$)

$$X_{e,A2} = \frac{3000/18}{\frac{3000}{18} + \frac{17\,g.L^{-1}\,x\,3}{342}} = 0{,}99911$$

$$\Delta_{\mu e} = 2500 \ln \frac{0,99911}{0,99940} = -0,725 \, J.mol^{-1}$$

II.

$$D = \frac{kT}{6\pi\eta r}$$

$$\frac{D_{7°C}}{D_{77°C}} = \frac{kT_{7°C}}{6r\pi\eta_{7°C}} \frac{6r\pi\eta_{77°C}}{kT_{77°C}} = \frac{280}{350} \frac{\eta_{77°C}}{\eta_{7°C}} = \frac{280}{350} \frac{1}{2} = 0,4$$ **Réponse A**

III.

On applique la loi de Fick : $J = -DS \frac{\Delta_C}{\Delta_X}$

Avec : D en cm².s^{-1}
S en cm²
Δc en g.cm^{-3}
Δx en cm

Cp = Cm x M
$Cm_1 = 10^{-4}$ mol.L^{-1} = 10^{-7} mol.cm^{-3}

$$J = \frac{5.10^{-7} \, x \, 10 \, x \, (10^{-7} - 10^{-8}) \, x \, 7.10^4}{50.10^{-4}}$$ = $0,9.10^{-7}$ x 7.10^4 x 10^{-7} x 10^4 = $6,3.10^{-6}$ g.s^{-1} = 6,3 µg.s^{-1}

Réponse E

IV.

a) $C_{A0} = \frac{n}{V} = \frac{m}{MxV} = 0,15 \, mol/L$

$C_{B0} = 0$

Équilibre : $C_{A\infty} = C_{B\infty} = \frac{54}{180x5} = 0,06 \, mol/L$ **Réponse D**

b) $J = -D_L S_{pores} \frac{\Delta c}{\Delta x}$

$$D_L = \frac{-J.\Delta x}{S_{pores}.\Delta c}$$

$S_{pores} = N_{pores} \, x \, s_{1 \, pore} = \frac{N}{mm^2} x \, Smm^2 \, x \, \pi \, r^2$

$$= \frac{-J.\Delta x}{\frac{N}{mm^2} x \, Smm^2 \, x \, \pi \, r^2 \, x \, \Delta c}$$

$$= \frac{4.10^{-8} \, mol/s . 10.10^{-6} m}{10^4 . 10^6 . \pi \left(\frac{25.10^{-9}}{2}\right)^2 . 0,15 . 10^3}$$

$= 5,4.10^{-10}$ m^2.s^{-1}

c) $\Phi_m = P|\Delta c|$

$$P = \frac{\Phi_m}{|\Delta c|} = \frac{J}{S_m . |\Delta c|} = \frac{4.10^{-8}\, mol/s}{1\, m^2 . 0{,}15 . 10^3\, mol.m^{-3}} = 2{,}67 . 10^{-10}\, m.s^{-1}$$

V.

1) Un gaz se déplace de la pression maximale vers la pression minimale.

$$\frac{dm}{dt} = -D_m S_m \frac{\Delta c}{\Delta x}$$

$C_{CO(dissous)} = k.P_{CO}$

$$\frac{dm}{dt} = -D_m S_m k \frac{\Delta P}{\Delta x} \quad \text{(avec} \quad -D_m S_m \frac{k}{\Delta x} = D_{CO}$$

2) $PV = nRT$

$$= \frac{m}{M} RT$$

donc $m = \frac{MV}{RT} P$