

DEUXIEME ANNEE PHARMACIE SUJETS DE BIOPHYSIQUE

EMD n°1

Question 1 (05pts) :

Une macromolécule de masse molaire égale à **6.10^8g** et de masse volumique égale à **$1,12\text{g/ml}$** , possède un coefficient de diffusion de **$7,6.10^{-6}\text{ cm}^2/\text{s}$** dans un milieu de viscosité égale à **10^{-2} poise** à **27°C** .

Cette molécule diffuse librement dans ce milieu.

1) Calculer le parcours moyen effectué par cette macromolécule au bout de **5secondes**.

2) Calculer le coefficient de friction de cette macromolécule dans ce milieu et en déduire la forme de cette macromolécule (sphérique ou non).

On donne :

Constante des gaz parfaits = $8,32\text{ J/}^\circ\text{K/osmole}$.

Question 2 (05pts) :

L'abaissement cryoscopique du plasma d'un patient est de **$-0,56\text{ degrés}$** et celui de ses urines est de **$-1,9\text{ degrés}$** à la température de **37°C** . Le volume urinaire émis par ce patient est de **2 litres par jour**.

1) Calculer le travail fourni par ce rein et par jour.

2) Déterminer le volume d'eau réabsorbé par jour.

On donne :

Constante cryoscopique de l'eau = $-1,86^\circ.(\text{osmole/l})^{-1}$.

Constante des gaz parfaits = $8,32\text{ J/}^\circ\text{K/osmole}$.

Question 3 (06pts) :

Une bille sphérique de **2mm** de diamètre et de masse volumique égale à **5g/ml** , descend vers le fond d'un récipient contenant un liquide de masse volumique égale à **$1,26\text{g/ml}$** .

1) Montrer qu'au cours de sa descente, cette bille va atteindre une vitesse limite.

2) Dès que la vitesse limite est atteinte, cette bille va descendre avec cette même vitesse, et parcourra une distance de **$19,6\text{cm}$** au bout de **35secondes**. Déterminer le coefficient de viscosité du liquide.

On donne:

Accélération de la pesanteur = 10m.s^{-2} .

Question 4 (04pts) :

1) Définir : **deux solutions iso-osmotiques**.

2) Définir : **deux milieux isotoniques**.

3) Définir : **le coefficient de viscosité absolu d'un liquide**.

Solution proposée

Réponse à la question 1 :

1) Calcul du parcours moyen de la macromolécule en 5 secondes :

$$D = \frac{\Delta \ell^2}{2\Delta t} \Rightarrow \boxed{\Delta \ell = \sqrt{2D\Delta t}}$$

$$\boxed{\Delta \ell = 8,71 \cdot 10^{-5} \text{ m}}$$

2) Calcul du coefficient de friction de cette macromolécule dans le milieu :

La relation d'Einstein donne (où k est la constante de Boltzmann) :

$$\boxed{f = \frac{k.T}{D} = \frac{R.T}{N.D}}$$

On trouve alors : $\boxed{f = 5,45 \cdot 10^{-12} \text{ Kg.s}^{-1}}$

Si la macromolécule est sphérique : $f = 6\pi.\eta.r$

$$\left. \begin{array}{l} M = N.V.\rho \\ V = \frac{4}{3}.\pi.r^3 \end{array} \right\} \Rightarrow \boxed{r = \sqrt[3]{\frac{3M}{4.\pi.N.\rho}}}$$

On trouve : $\boxed{r = 5,965 \cdot 10^{-8} \text{ m} \neq \frac{f}{6\pi.\eta}}$

La macromolécule n'est donc pas sphérique, soit qu'elle est ellipsoïde.

Comme : $\frac{f}{6\pi.\eta.r} < 1$; Cette macromolécule est de **forme ellipsoïde aplatie**

Réponse à la question 2 :

1) Calcul du travail journalier fourni par le rein :

$$\boxed{\omega = n.R.T.\ln \frac{C_0}{C_1}}$$

C_0 : concentration osmolaire du plasma.

C_1 : concentration osmolaire des urines.

n : nombre d'osmoles dans les urines.

La loi de Raoult sur l'abaissement cryoscopique donne :

$$C_0 = \frac{\Delta \theta_0}{K_c} = 0,301075 \text{ osmoles/L}$$

$$C_1 = \frac{\Delta \theta_1}{K_c} = 1,021505 \text{ osmoles/L}$$

Soit alors que : $n = C_1.V = 2,043010 \text{ osmoles/jour}$

On trouve alors que : $\boxed{\omega = - 6437,399 \text{ Joules/jour}}$

2) Détermination du volume d'eau réabsorbé quotidiennement :

Le rein réabsorbe tous les jours la quantité d'eau initialement associée au nombre d'osmoles « n » des urines dans le plasma sanguin :

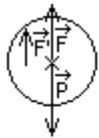
$$n = C_0 \cdot V \Rightarrow V = \frac{n}{C_0} = 6,785 \text{ L d'eau/jour}$$

Ce volume n'est pas réabsorbé totalement car se retrouve en partie dans les urines, il sera donc amputé de 2 litres.

Le volume d'eau réabsorbé quotidiennement par le rein est donc estimé à 4,785 L.

Réponse à la question 3 :

1) Démonstration que la descente de la bille admet bien une vitesse limite :



Le principe fondamental de la dynamique donne :

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{\gamma} \Rightarrow P - F - F' = m \cdot \gamma$$

$$\text{Soit que : } m \cdot g - V \cdot \rho_0 \cdot g - 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v = m \cdot \gamma$$

$$\text{Ou encore : } m \cdot g - m \cdot \frac{\rho_0}{\rho} \cdot g - 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v = m \cdot \gamma$$

$$\text{D'où : } v = \frac{m \cdot (g \cdot (1 - \frac{\rho_0}{\rho}) - \gamma)}{6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r}$$

La vitesse est limite quand $\gamma=0$:

$$v_{\text{lim}} = \frac{m \cdot g \cdot (1 - \frac{\rho_0}{\rho})}{6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r}$$

2) Détermination du coefficient de viscosité du liquide :

$$m = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \cdot \rho \Rightarrow v_{\text{lim}} = \frac{2 \cdot r^2 \cdot g \cdot (P - P_0)}{9 \eta}$$

$$\text{On trouve que : } \eta = \frac{2 \cdot r^2 \cdot g \cdot (P - P_0)}{9 v_{\text{lim}}} = 5,93 \text{ Poiseuille}$$

Réponse à la question 4 :

1) Deux solutions iso-osmotiques sont celles qui développent la même pression osmotique à travers une membrane héli-perméable stricte.

2) Deux milieux isotoniques sont ceux qui par rapport à une membrane quelconque et opposés à un solvant pur, exercent une même pression osmotique.

3) Le coefficient de viscosité absolu d'un liquide est défini comme suit :

$$\eta = \frac{F_{\text{résistante}}}{S} \cdot \frac{dx}{dv} : \text{Kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} : \text{Poiseuille (SI)}$$

EMD n°2 Biophysique

Question 1 (05pts) :

La constante de diffusion d'une macromolécule est de **$10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$** dans un milieu de viscosité égale à **0,01 poise** à **25°C**.

Expliquer si cette particule est sphérique ou non sachant que sa masse volumique est de **1,6g/ml**.

On donne :

$R = 8,32 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$; $M = 10^8 \text{ g/mole}$.

Question 2 (05pts) :

Calculer le travail de concentration du rein et par jour d'un patient dont le volume urinaire est de **1,5 litres/jour**. L'abaissement cryoscopique du plasma de ce patient est de **-0,56 degrés**, tandis que celui de ses urines est de **-2,1 degrés**. La température corporelle est de **37°C**.

On donne :

$R = 8,32 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$; Constante cryoscopique de l'eau = $-1,86^\circ \cdot (\text{osmole/l})^{-1}$.

Question 3 (05pts) :

On réalise une électrophorèse sur support d'acétate de cellulose, sous un champ électrique continu de **1000 volts/m**, de deux macromolécules A et B dont les mobilités électrophorétiques sont respectivement de :

$U_A = +2 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{volt} \cdot \text{s}$ et **$U_B = -2 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{volt} \cdot \text{s}$** .

Quel est le temps de migration nécessaire pour que A et B soient séparées de **5mm** ?

Question 4 (05pts) :

Un segment d'une artère cylindrique de **4cm de long** et de **1cm de rayon** est parcouru par un sang de masse volumique égale à **1g/ml** et de viscosité égale à **0,03 poise**.

1) Calculer la vitesse moyenne d'écoulement dans ces conditions.

2) Calculer le débit (en litres/minute) à l'extrémité de ce segment si la perte de charge **ΔP** est de **0,02mm de mercure (Hg)**.

3) Déterminer la nature de cet écoulement (en justifiant votre réponse).

On donne :

760mm Hg correspondent à $1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

Solution proposée

Réponse à la question 1 :

La relation d'Einstein donne (où k est la constante de Boltzmann) :

$$f = \frac{k.T}{D} = \frac{R.T}{\mathcal{N}.D}$$

On trouve alors : $f = 4,11.10^{-9} \text{ Kg.s}^{-1}$

Si la macromolécule est sphérique : $f = 6\pi.\eta.r$

$$\left. \begin{array}{l} M = \mathcal{N}.V.\rho \\ V = \frac{4}{3}.\pi.r^3 \end{array} \right\} \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{3.M}{4.\pi.\mathcal{N}.\rho}}$$

On trouve : $r = 2,915 \cdot 10^{-8} \text{ m} \neq \frac{f}{6\pi.\eta}$

La macromolécule n'est donc pas sphérique, soit qu'elle est ellipsoïde.

Comme : $\frac{f}{6\pi.\eta.r} > 1$; Cette macromolécule est de **forme ellipsoïde allongée**

Réponse à la question 2 :

$$\omega = n.R.T.Ln \frac{C_0}{C_1}$$

C_0 : concentration osmolaire du plasma.

C_1 : concentration osmolaire des urines.

n : nombre d'osmoles dans les urines.

La loi de Raoult sur l'abaissement cryoscopique donne :

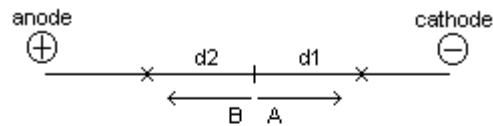
$$C_0 = \frac{\Delta\theta_0}{K_c} = 0,301075 \text{ osmoles/L}$$

$$C_1 = \frac{\Delta\theta_1}{K_c} = 1,129032 \text{ osmoles/L}$$

Soit alors que : $n = C_1.V = 1,693548 \text{ osmoles/jour}$

On trouve alors que : $\omega = - 5773,429 \text{ Joules/jour}$

Réponse à la question 3 :



$$d = d_1 + d_2$$

$$d = (|U_1| + |U_2|) \cdot t \cdot E$$

$$t = \frac{d}{(|U_1| + |U_2|) \cdot E} = 1250 \text{ secondes}$$

Réponse à la question 4 :

1) Calcul de la vitesse moyenne d'écoulement dans les conditions précisées :

$$\bar{v} = \frac{v_{\max}}{2} = \frac{r^2}{8\eta} \cdot \frac{\Delta P}{\ell} = 0,2776 \text{ m/s}$$

2) Calcul du débit à l'extrémité du segment :

$$D = \frac{\pi}{8} \cdot \frac{r^4}{\eta \cdot \ell} \cdot \Delta P = 5,234 \text{ litres/mn}$$

3) Détermination du régime d'écoulement :

$$R = \frac{\text{force d'inertie}}{\text{force de viscosité}} = \frac{\rho \cdot \bar{v} \cdot D}{\eta} = 1850,66$$

Attention, il s'agit du diamètre !

Le nombre de Reynolds étant < 2400 , **le régime d'écoulement est donc laminaire.**

EMD n°3 Biophysique

Question 1 (05pts) :

La viscosité spécifique d'une solution contenant un polymère, en fonction de la concentration de ce polymère, est donnée par la relation suivante :

$$\eta_{sp} = 4C^2 + 0,5C \quad (\text{où } C \text{ est la concentration du polymère en g/100ml}).$$

1) Calculer la viscosité intrinsèque de ce polymère.

2) Quel est l'intérêt de la viscosité intrinsèque ?

Question 2 (05pts) :

Une solution contenant une macromolécule, est soumise à une centrifugation à l'aide d'une centrifugeuse qui tourne à une vitesse angulaire uniforme de **$6 \cdot 10^4$ tours/minute** ; les macromolécules qui se trouvent à la surface libre de la solution ont sédimenté d'une distance de **2,2cm** au bout de **1heure** de centrifugation ; la surface libre de la solution est à une distance de **10cm** de l'axe de rotation.

- Calculer la constante de sédimentation de la macromolécule en unité Svedberg.

Question 3 (05pts) :

L'énergie mise en jeu au cours de l'ascension d'un liquide dans un tube capillaire est de **$2 \cdot 10^{-7}$ Joules**.

- Calculer la hauteur de cette ascension sachant que la tension superficielle du liquide est de **20 dynes/cm** et la masse volumique est de **0,8g/ml**.

On donne :

Diamètre du tube capillaire cylindrique = 0,5mm

Accélération de la pesanteur = 10m.s^{-2}

Question 4 (05pts) :

On réalise une électrophorèse sur support d'acétate de cellulose, de deux macromolécules A et B en solution, sous un champ électrique continu de **1000 volts/m**. Dans ces conditions de milieu, les mobilités apparentes sont :

Mobilité de la macromolécule A = **$+3.10^{-9} \text{ m}^2.\text{volt}^{-1}.\text{s}^{-1}$** .

Mobilité de la macromolécule B = **$-3.10^{-9} \text{ m}^2.\text{volt}^{-1}.\text{s}^{-1}$** .

1) Calculer le temps nécessaire d'électrophorèse pour que les deux macromolécules soient séparées d'une distance de **5mm**.

2) Calculer la vitesse du courant endo-osmotique apparaissant sur ce support, sachant que le potentiel électro-endo-osmotique est de **$+8.10^{-3} \text{ volts}$** et que la constante diélectrique du milieu est de **80**.

On donne :

Permittivité du vide = $8,84.10^{-12} \text{ Farad.m}^{-1}$.

Viscosité du milieu = 1 centi-poise.

Solution proposée

Réponse à la question 1 :

1) Calcul de la viscosité spécifique limite ou viscosité intrinsèque :

$$[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \left(\frac{\eta_{sp}}{C} = 4C + 0,5 \right)$$

$$[\eta] = 0,5 \text{ (g/100ml)}^{-1}$$

2) Intérêt de la viscosité intrinsèque :

Elle permet la détermination de la conformation préférentielle (α) de la macromolécule (polymère), selon la loi : $[\eta] = K.M^\alpha$ (où il est nécessaire d'exprimer $[\eta]$ en « $\text{cm}^3.\text{g}^{-1}$ »).

Réponse à la question 2 :

$$\delta \cdot \omega \cdot x = v = \frac{dx}{dt}$$

Après intégration :

$$\delta = \frac{\ln \frac{x_1}{x_0}}{\omega \cdot (t_1 - t_0)}$$

Sachant que :

$$\omega = 6283,185 \text{ rad/s}$$

$$x_1 = (10,0 \pm 2,2) \text{ cm}$$

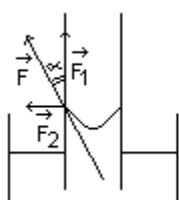
$$x_0 = 10,0 \text{ cm}$$

$$t_1 - t_0 = 3600 \text{ s}$$

On trouve que :

$$\delta = 1,3991.10^{-12} \text{ secondes} = 13,99 \text{ Svedberg}$$

Réponse à la question 3 :



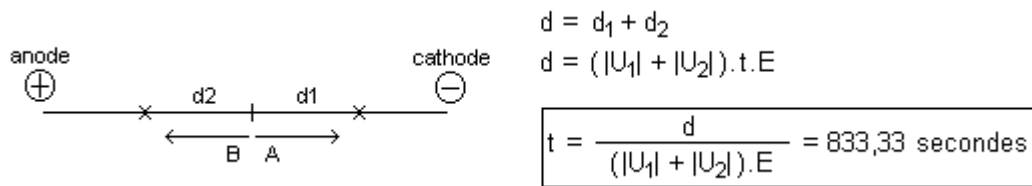
$$W = F_1 \cdot h = \pi \cdot r^2 \cdot h^2 \cdot \rho \cdot g$$

$$h = \sqrt{\frac{W}{\pi \cdot r^2 \cdot \rho \cdot g}}$$

$$h = 0,011283 \text{ m}$$

Réponse à la question 4 :

1) Calcul du temps nécessaire pour une distance de séparation de 5mm :



2) Calcul de la vitesse du courant endo-osmotique :

$$v = \frac{\xi \cdot \epsilon \cdot \epsilon_m}{\eta} \cdot E$$

ntial électro-endo-osmotique
 ittivité du vide
 tante diélectrique du milieu

alors que : $v = 5,657 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$

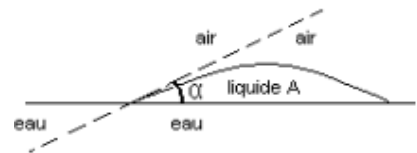
EMD n°4 Biophysique

Question 1 (08pts) :

On dépose une goutte d'un liquide A sur une grande surface plane d'eau, le liquide A est non-miscible à l'eau. Cette goutte présente sur la surface commune des trois phases (air, eau, liquide A) un angle de contact α à l'équilibre.

Calculer l'angle de contact α à l'équilibre et conclure s'il y a étalement ou non de la goutte du **liquide A** sur la surface de l'eau dans les deux cas suivants :

- La tension superficielle du liquide A est de **80dynes/cm**
 La tension superficielle de l'eau est de **73dynes/cm**
 La tension interfaciale eau-liquide A est de **60dynes/cm**
- La tension superficielle du liquide A est de **44dynes/cm**
 La tension superficielle de l'eau est de **73dynes/cm**
 La tension interfaciale eau-liquide A est de **27dynes/cm**



Question 2 (06pts) :

On veut déterminer le volume sanguin total d'un patient ; pour cela , on injecte **5ml** d'une solution de sérum albumine marqué au ^{99m}Tc (isotope du Technétium 99 radioactif).

On laisse le sérum albumine marqué diffuser dans le volume sanguin, et **18mn après** l'injection, on prélève **2ml** de sang du patient et on obtient à l'aide d'un compteur, une activité spécifique de **10 impulsions/s/ml**.

Au moment de l'injection, la solution de 5ml de sérum albumine marqué, donnait une activité de **40.000 impulsions/s**.

Sachant qu'entre le moment de l'injection de la solution marquée et celui où s'est réalisé le prélèvement sanguin (durant les 18mn), le sérum albumine n'a pas quitté le compartiment sanguin (pas d'élimination biologique), calculer le volume sanguin chez ce patient dans les deux cas suivants :

- Si on ne tient pas compte de la décroissance radioactive du ^{99m}Tc .
- Si on tient compte de la décroissance radioactive du ^{99m}Tc dont la **période** est de **6h**.

Comparer les deux résultats et conclure.

Question 3 (06pts) :

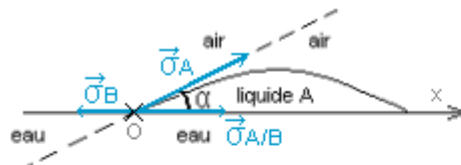
1) La constante de sédimentation d'une molécule peut-elle être négative ? Quel est l'intérêt d'avoir une constante de sédimentation négative (dans le cas où cela existe) dans la séparation des molécules en solution ? **Justifier vos réponses.**

2) La constante de sédimentation d'une macromolécule est égale à **42S** dans un solvant de viscosité égale à **0,01 poise** et de masse volumique égale à **1g/ml**. La masse molaire de la macromolécule est de **6.10⁵ g** et sa masse volumique est de **1,7g/ml**.

Cette macromolécule a-t-elle une forme sphérique ?

Solution proposée

Réponse à la question 1 :



$$\vec{\sigma}_B + \vec{\sigma}_A + \vec{\sigma}_{A/B} = \vec{0}$$

Par projection sur l'axe Ox :

$$-\sigma_B + \sigma_A \cdot \cos\alpha + \sigma_{A/B} = 0$$

$$\boxed{\cos\alpha = \frac{\sigma_B - \sigma_{A/B}}{\sigma_A}}$$

Dans le premier cas : $\alpha = 80,64^\circ$ (comme l'angle est $< 90^\circ$, il y a étalement de la goutte).

Dans le second cas, il n'existe pas d'état d'équilibre, il y a alors étalement parfait de la goutte.

Réponse à la question 2 :

1) Calcul du volume sanguin du patient en ignorant la décroissance radioactive :

Dans le cas où l'on ne tiendrait pas compte de la décroissance radioactive de l'isotope ^{99m}Tc , l'activité initiale de 40.000 impulsions/s est retrouvée intégralement dans le compartiment sanguin au bout de 18mn, répartie de façon homogène sur un volume de $V_1 + 5$ ml (où V_1 est le volume sanguin recherché) :

$$\begin{cases} 40.000 \text{ impulsions/s} \longrightarrow V_1 + 5 \text{ ml} \\ 20 \text{ impulsions/s} \longrightarrow 2 \text{ ml} \end{cases}$$

$$\boxed{V_1 = 3997,50 \text{ ml}}$$

2) Calcul du volume sanguin en tenant compte de la décroissance radioactive :

Dans le cas présent, l'activité retrouvée dans le compartiment sanguin après 18mn, n'est pas celle introduite au début de l'examen biologique. Elle est estimée à $40.000 \cdot 2^{(-18/T)}$ impulsions/s (où T est la demi-vie

de l'isotope radioactif) et reste répartie de façon homogène sur un volume total de $V_2 + 5$ ml (où V_2 est le volume sanguin recherché) :

$$\begin{cases} 38637,45 \text{ impulsions/s} \longrightarrow V_2 + 5 \text{ ml} \\ 20 \text{ impulsions/s} \longrightarrow 2 \text{ ml} \end{cases}$$

$$V_2 = 3861,24 \text{ ml}$$

Comparaison des deux résultats :

$V_2 < V_1$; mais V_2 est la valeur la plus exacte des deux, car elle tient compte de la dégradation radioactive de l'isotope ^{99m}Tc .

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{V_1 - V_2}{V_2} = 3,52 \%$$

De ce fait, l'approximation par le premier résultat est relativement acceptable.

Réponse à la question 3 :

1) Comme : $\delta = \frac{M}{N \cdot f} \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right)$

La constante de sédimentation d'une molécule δ **peut être négative**, et cela dans le cas où ρ_0 serait plus grande que ρ .

Il en découle que la molécule dont δ est négative (de densité donc inférieure à celle du milieu) monte à la surface au lieu de descendre, chose qui nous dispense de la centrifugation en vue de l'extraire du milieu dans lequel elle se trouve.

2)

$$\delta = \frac{M}{N \cdot f} \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \Rightarrow f = \frac{M}{N \cdot \delta} \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) = 9,76 \cdot 10^{-11} \text{ Kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

Si la macromolécule est sphérique : $f = 6\pi \cdot \eta \cdot r$

$$\left. \begin{array}{l} M = N \cdot V \cdot \rho \\ V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \end{array} \right\} \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{3M}{4 \cdot \pi \cdot N \cdot \rho}}$$

$$\text{On trouve : } r = 5,191 \cdot 10^{-9} \text{ m} = \frac{f}{6\pi \cdot \eta}$$

La macromolécule **est donc bien de forme sphérique**.

EMD n°5 Biophysique

Question 1 (10pts) :

-Etablir un schéma détaillé et explicatif du **polarimètre à pénombre (dit de Laurent)** utilisé en laboratoire de biophysique.

-Décrire le rôle de chacune des composantes de l'appareil et expliquer comment se fait la détermination du pouvoir rotatoire des solutions.

Question 2 (05pts) :

On veut déterminer la concentration d'un principe actif en solution. Pour cela, on prélève **2ml** de cette solution que l'on introduit dans une fiole jaugée de **100ml** ; on complète au trait de jauge avec le solvant de la solution et on homogénéise ; cette solution préparée donne une densité optique de **0,6** à 365nm dans une cuve de 1cm.

-Déterminer la concentration de ce principe actif dans la solution à étudier.

On donne :

$E_{1\text{cm}}^{1\%} = 120$ à 365nm pour le principe actif.

Question 3 (05pts) :

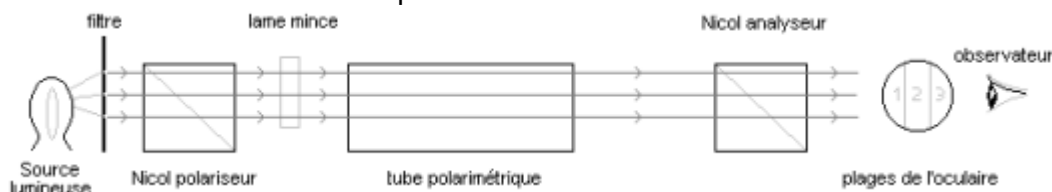
Une solution contenant une molécule absorbante, à la concentration de **0,01 moles/L**, donne une transmission de **20%** à 254nm et dans une cuve de 1cm. Cette même molécule en solution est fluorescente et donne une intensité de fluorescence F_1 dans une cuve de 1cm lorsqu'elle est excitée à 254nm.

-Quelle serait la concentration (en moles/L) de cette même molécule en solution qui donnerait une intensité de fluorescence F_2 égale à la **moitié de F_1** .

Solution proposée

Réponse à la question 1 :

Schéma d'une vue éclatée du polarimètre de Laurent :

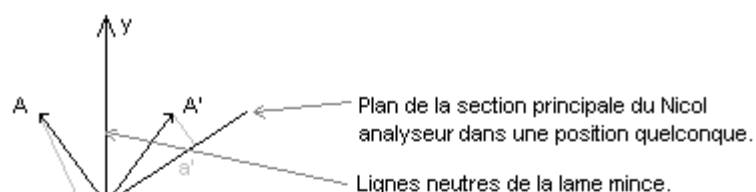


Description des différentes composantes de l'appareil :

- 1) Source lumineuse** : elle est généralement une lampe à vapeur de sodium, et son rôle consiste en l'émission de rayons lumineux.
- 2) Filtre** : il permet la sélection d'une lumière monochromatique qui est la raie D du sodium ($\lambda = 589,3\text{nm}$).
- 3) Nicol polariseur** : il fixe le plan de vibration de la lumière.
- 4) Lamelle mince** : celle-ci permet de retarder la lumière qui la traverse avec une différence de phase de $(2k+1)\pi$ (avec $k \in \mathbb{Z}$).
- 5) Nicol analyseur** : il est tourné manuellement et est relié à une échelle munie d'un vernier angulaire pour permettre la détermination de l'angle de polarisation α .
- 6) Oculaire** : devant laquelle se place l'observateur.

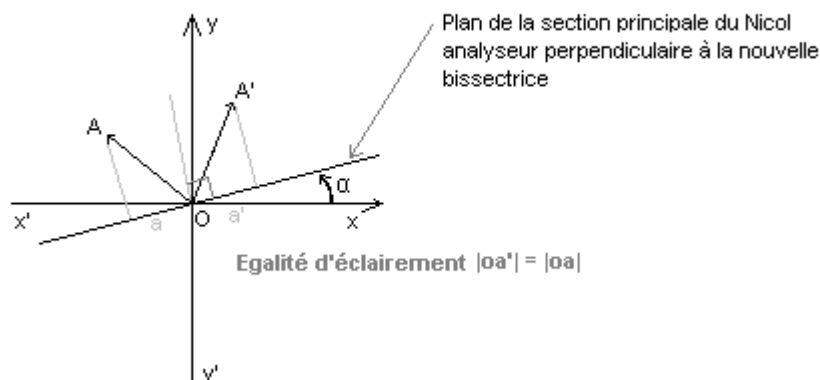
Détermination du pouvoir rotatoire des solutions :

1) sans substance active (réglage du zéro) :



2) avec substance active :

Après réglage du bouton :



Réponse à la question 2 :

$$D.O = E_{1cm}^{1\%} \cdot C_F \cdot \ell \Rightarrow C_F = \frac{D.O}{E_{1cm}^{1\%} \cdot \ell} = 0,005 \text{ g/100ml}$$

$$C_M = \frac{C_F \cdot 100\text{ml}}{2\text{ml}} = 0,250\text{g/100ml}$$

Réponse à la question 3 :

$$D.O = \log_{10} \frac{1}{T} = \varepsilon \cdot \ell \cdot C \Rightarrow \varepsilon = \frac{\log_{10} \frac{1}{T}}{\ell \cdot C} = 69,897 \text{ (moles/L)}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

$$F_2 = \frac{1}{2} F_1 \Rightarrow k \cdot I_0 \cdot (1 - 10^{\varepsilon \cdot \ell \cdot C_2}) = \frac{1}{2} k \cdot I_0 \cdot (1 - 10^{\varepsilon \cdot \ell \cdot C_1})$$

$$C_2 = \frac{\log_{10} \frac{1}{2} (1 + 10^{\varepsilon \cdot \ell \cdot C_1})}{\varepsilon \cdot \ell} = 0,006826 \text{ moles/L}$$

EMD n°6

Question 1 (08pts) :

Un récipient est séparé par une membrane dialysante en deux compartiments A et B. On verse dans le compartiment A, 1,5 litres d'une solution aqueuse d'urée et dans le compartiment B, 1,5 litres d'une solution aqueuse de glucose. On laisse la diffusion se réaliser à travers la membrane jusqu'à l'équilibre de diffusion.

A l'équilibre de diffusion on trouve :

Dans le compartiment A : le glucose à la concentration de 45g/l.

l'urée à la concentration de 12g/l.

Dans le compartiment B : le glucose à la concentration de 45g/l.

l'urée à la concentration de 12g/l.

Sachant que le débit molaire **initial** d'urée à travers la membrane est de **$6,66 \cdot 10^{-5}$ moles/s** et que celui du glucose est de **$5,83 \cdot 10^{-5}$ moles/s**, calculer les coefficients de diffusion de l'urée et du glucose à travers cette membrane.

On donne :

La surface d'échange de la membrane est de 200cm² et son épaisseur est de 0,012cm.

Urée : 60 ; Glucose : 180.

Question 2 (04pts) :

L'abaissement cryoscopique d'un plasma est de **-0,56 degrés** ; des globules rouges mises dans ce plasma ne subissent aucune modification de volume. Si on met ces mêmes globules rouges dans une solution aqueuse d'urée iso-osmotique à ce plasma, on observe alors l'hémolyse des globules rouges.

Expliquer ce qui s'est passé dans cette solution d'urée en justifiant vos réponses.

On donne :

Constante des gaz parfaits = 8,32 J.K⁻¹.osmole⁻¹

Question 3 (08pts) :

On dépose une goutte d'un liquide A sur une grande surface plane d'un liquide B ; Ces deux liquides ne sont pas miscibles. L'énergie d'adhésion par cm² du liquide A sur la surface du liquide B est de **120ergs/cm²**. L'énergie de cohésion par cm² du liquide A est de **160ergs/ cm²**.

Que peut-on dire sur l'étalement du liquide A sur la surface du liquide B ?

(Justifier vos réponses en démontrant toutes les relations à utiliser pour cela).

Solution proposée

Réponse à la question 1 :

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = -D \cdot S \cdot \frac{\Delta C_p}{\Delta x}$$

débit massique
coefficient de diffusion
surface
épaisseur

$$m = n \cdot M_r \Rightarrow \frac{\Delta n}{\Delta t} = -\frac{D}{\Delta x} \cdot S \cdot \left(\frac{\Delta C_p}{M_r} \right)$$

débit molaire
 $\Delta C_{\text{molaire}}$

Avec : $\Delta C_{\text{molaire}} = C - C_0 < 0$

Alors que $C = C_A = C_B$, $C_0 = \frac{n_A + n_B}{V} = C_A + C_B = 2C_A$

On trouve que : $\Delta C_{\text{molaire}} = -C_A$

Soit alors que : $D = \frac{\Delta x}{C_A \cdot S} \cdot \frac{\Delta n}{\Delta t}$

$$\begin{aligned} D_{\text{urée}} &= 1,99 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s} \\ D_{\text{glucose}} &= 1,39 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s} \end{aligned}$$

Réponse à la question 2 :

Explication du phénomène observé :

- L'hémolyse est synonyme d'une augmentation importante du volume des globules rouges.
- Cette augmentation du volume ne peut être due qu'à une entrée massive de l'eau à l'intérieur des globules rouges sous l'effet d'une pression osmotique intra-cellulaire plus grande que celle exercée par les molécules d'urée dans le milieu externe (contrairement au premier cas où les globules rouges présents dans le plasma n'ont enregistré aucune modification de volume).
- Ceci est le résultat de la diffusion des molécules d'urée au travers de la membrane plasmique des globules rouges en présence d'un gradient de concentration (concentration extra-cellulaire de l'urée plus élevée). Le fait que les constituants des hématies ne subissent pas de diffusion vers le milieu extra-cellulaire alors qu'une partie de l'urée entre dans les cellules implique un basculement de l'équilibre initial entre la pression osmotique de la solution d'urée et celle des globules rouges (toutes deux égales à la pression osmotique exercée par le plasma à 0,301075 osmoles/L).

La conclusion est qu'il y a là mise en évidence d'une notion biologique très importante qui est la diffusion sélective :

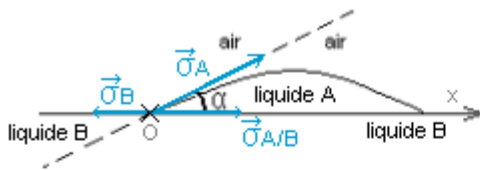
- D'une part, la membrane des hématies est hémiperméable aux constituants du plasma (qui ne contient que très peu d'urée, car étant un déchet métabolique).

- D'autre part, celle-ci est perméable aux molécules d'urée (qui diffusent librement via la bicouche lipidique de la membrane des globules rouges).

$$C_{\text{osmolaire}} = \frac{\Delta\theta}{K_C} = 0,301075 \text{ osmoles/L}$$

Concentration normale du plasma

Réponse à la question 3 :



$$\vec{\sigma}_B + \vec{\sigma}_A + \vec{\sigma}_{A/B} = \vec{0}$$

Par projection sur l'axe Ox :

$$-\sigma_B + \sigma_A \cdot \cos\alpha + \sigma_{A/B} = 0$$

$$\boxed{\cos\alpha = \frac{\sigma_B - \sigma_{A/B}}{\sigma_A}}$$

$$\Delta\omega_c = 2\sigma_A \Delta S \Rightarrow \boxed{\sigma_A = \frac{\Delta\omega_c}{2\Delta S}} \text{ (avec } \Delta S = 1\text{cm}^2\text{)}$$

$$\Delta\omega_a = \sigma_A + \sigma_B - \sigma_{A/B} \Rightarrow \boxed{\sigma_B - \sigma_{A/B} = \Delta\omega_a - \sigma_A}$$

On trouve que $\alpha = 60^\circ$ (cet angle étant inférieur à 90° , il y a alors étalement de la goutte).

EMD n°7

Question 1 (05pts) :

- 1) Calculer la concentration d'une molécule en solution sachant que cette solution donne une transmission de **20%** dans une cuve de **1cm** et à 280nm.
- 2) Quelle serait la transmission si on examinait cette même solution dans une cuve de **2cm** à 280nm.

On donne :

$E_{1\text{cm}}^{1\%} = 125$ à 280nm pour la molécule en solution.

Question 2 (05pts) :

- 1) Donner l'expression de la loi de Fick en diffusion libre, en précisant les paramètres de la relation avec les unités.
- 2) Calculer le coefficient de diffusion d'une macromolécule de forme sphérique qui diffuse dans un milieu de viscosité égale à **0,02 poise** et à **25°C**.

On donne :

Masse molaire de la macromolécule = 20.000g.

Masse volumique de la macromolécule = 1,2 g/ml.

Constante des gaz parfaits = $8,32 \text{ J.K}^{-1}.\text{osmole}^{-1}$.

Question 3 (05pts) :

Une solution médicamenteuse aqueuse contient un principe actif à la concentration molaire de **0,01 moles/L** ; le principe actif n'est pas dissocié en solution.

- 1) Peut-on perfuser cette solution à un malade dont le plasma possède un abaissement cryoscopique de **-0,56 degrés** ? (Justifier votre réponse).
- 2) Quelle quantité en grammes de NaCl doit contenir 1 litre de cette solution médicamenteuse pour qu'elle soit iso-osmotique au plasma de ce malade (même pression osmotique que le plasma) ? (le NaCl est totalement dissocié en solution).
- 3) Quelle sera alors la pression osmotique de la solution après avoir ajouté cette quantité de NaCl et à 37°C ?

On donne:

Constante des gaz parfaits = $8,32 \text{ J.K}^{-1}.\text{osmole}^{-1}$.

Température du plasma : 37°C .

Constante cryoscopique de l'eau = $-1,86^\circ (\text{osmole/l})^{-1}$

Question 4 (05pts) :

Un segment d'une artère de forme cylindrique de **5cm de long** et de **2cm de diamètre** est parcouru par un sang de viscosité égale à **0,03 poise**.

- 1) Calculer le débit (en litres/minute) à l'extrémité de sortie de ce segment artériel, si la perte de charge **ΔP** est de **0,02mm Hg** (différence de pression entre les deux extrémités de ce segment) ; on supposera que l'écoulement du sang obéit à la loi de Poiseuille.
- 2) Calculer la vitesse moyenne d'écoulement du sang dans ce segment artériel.

On donne :

760mm Hg correspondent à $1,013.10^5 \text{ N/m}^2$

Solution proposée

Réponse à la question 1 :

1) Calcul de la concentration de la molécule en solution :

$$D.O = \log_{10} \frac{1}{T} = E_{1\text{cm}}^{1\%} \cdot C \cdot \ell \Rightarrow C = \frac{\log_{10} \frac{1}{T}}{E_{1\text{cm}}^{1\%} \cdot \ell} = 0,005591 \text{ g/100ml}$$

2) Calcul de la transmission dans le cas d'une cuve de 2cm d'épaisseur :

$$\log_{10} \frac{1}{T} = E_{1\text{cm}}^{1\%} \cdot C \cdot \ell \Rightarrow T = 10^{-E_{1\text{cm}}^{1\%} \cdot C \cdot \ell} = 4 \%$$

(chose admise, car la lumière traverse un plus grand nombre de molécules absorbantes)

Réponse à la question 2 :

1) Expression de la loi de Fick en diffusion libre :

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = -D \cdot S \cdot \frac{\Delta C_p}{\Delta x}$$

Diagram illustrating the units and physical quantities in Fick's law of diffusion:

- $\frac{\Delta m}{\Delta t}$: débit massique [g/s]
- D : coefficient de diffusion [cm^2/s]
- S : surface [cm^2]
- $\frac{\Delta C_p}{\Delta x}$: différence de concentration pondérale [g/cm³] / épaisseur [cm]

2) Calcul du coefficient de diffusion de la macromolécule :

La relation d'Einstein donne (où k est la constante de Boltzmann) :

$$D = \frac{k \cdot T}{f} = \frac{R \cdot T}{N \cdot 6 \pi \cdot \eta \cdot r}$$

D'autre part :

$$\left. \begin{aligned} M &= N \cdot V \cdot \rho \\ V &= \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \end{aligned} \right\} \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{3M}{4 \cdot \pi \cdot N \cdot \rho}}$$

On trouve que : $D = 5,81 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$

Réponse à la question 3 :

1) Est-il possible d'injecter la solution médicamenteuse telle quelle à un patient ?

$$C_{\text{méd.}} = 0,01 \text{ M} = 0,01 \text{ osmoles/L.}$$

$$C_{\text{plasma}} = \frac{\Delta \theta}{K_c} = 0,301075 \text{ osmoles/L}$$

Il n'est donc pas envisageable de perfuser cette solution médicamenteuse au malade, car elle provoquerait une hémolyse des hématies.

2) Quantité de NaCl à ajouter pour rendre la solution administrable :

Pour que la solution médicamenteuse puisse être injectée au patient, on doit avoir :

$C_{\text{plasma}} = C_{\text{méd.}}$ (car elle doit être iso-osmotique avec le plasma).

$$C_{\text{plasma}} = \frac{n_{\text{méd.}} + 2n_{\text{NaCl}}}{V} \quad (\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-)$$

$$\text{Comme : } V = 1 \text{ litre, } n_{\text{NaCl}} = \frac{C_{\text{plasma}} - n_{\text{méd.}}}{2}$$

$$\text{Soit que : } m_{\text{NaCl}} = \frac{C_{\text{plasma}} - n_{\text{méd.}}}{2} \cdot M_{\text{NaCl}} = 8,513 \text{ g de NaCl}$$

3) Pression osmotique de la solution après ajout de NaCl :

$$\Pi = R \cdot T \cdot C_{\text{osmolaire}} = 776532,64 \text{ Pascal}$$

0,301075 osmoles/L

Réponse à la question 4 :

1) Calcul du débit d'écoulement du sang à l'extrémité du segment :

$$D = \frac{\pi}{8} \cdot \frac{r^4}{\eta \cdot \ell} \cdot \Delta P = 4,187 \text{ litres/mn}$$

2) Calcul de la vitesse moyenne d'écoulement :

$$\bar{v} = \frac{v_{\text{max}}}{2} = \frac{r^2}{8\eta} \cdot \frac{\Delta P}{\ell} = 0,2221 \text{ m/s}$$