

Fenómenos de transporte, presión osmótica

Fenómenos de transporte

1. A través de la piel humana se produce difusión de agua a una velocidad de 350 ml/día. Sabiendo que la superficie de la piel tiene un área de $1,73 \text{ m}^2$ y que el espesor de la misma es de 20 mm, hacer una estimación del coeficiente de difusión del agua a través de la piel. Suponemos que en el exterior de la piel no hay agua y que en el interior, todo es agua.

Datos: $\rho_{\text{agua}} = 1 \text{ g/cm}^3$; Peso molecular del agua = 18 g/mol.

[Solución: $D = 4,68 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$]

2. Una macromolécula biológica tiene un coeficiente de difusión de $1,5 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$. Si se conociera la posición de una molécula en un instante dado, ¿Cuál sería la distancia media recorrida por la molécula al cabo de un segundo, en una y en tres dimensiones?.

[Solución: (a) $r = 5,5 \text{ }\mu\text{m}$; (b) $r = 9,5 \text{ }\mu\text{m}$]

3. Una molécula esférica tiene un coeficiente de difusión de $5 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$ en agua. Calcular el tiempo que tardará una molécula en difundir una distancia de una micra en el seno de una bacteria E. Coli, donde la viscosidad es cinco veces la del agua.

[Solución: $t = 1,7 \times 10^{-2} \text{ s}$]

4. El coeficiente de difusión de la sacarosa en agua es $4 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$. (a) Calcular la distancia media que se moverá una típica molécula de sacarosa después de una hora. (b) Calcular ahora cuánto tiempo le llevará a una molécula de sacarosa difundir desde el centro al extremo exterior de un capilar (diámetro = $8 \text{ }\mu\text{m}$). e el centro al extremo exterior de un capilar (diámetro = $8 \text{ }\mu\text{m}$).

[Solución: (a) $r = 2,9 \text{ mm}$; (b) $t = 6,7 \text{ ms}$]

5. Dejamos una mota de tinta en el agua. Si el coeficiente de difusión de la tinta en el agua es de $10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$, ¿cuánto tiempo tarda la tinta en ocupar una nube esférica de 20 cm de diámetro?

[Solución: 19,3 días]

6. Considerar dos proteínas, ambas esféricas, donde una de ellas tiene una masa molar 8 veces mayor que la otra. Determinar cuántas veces mayor es el coeficiente de difusión de una respecto a la otra.

[Solución: 2]

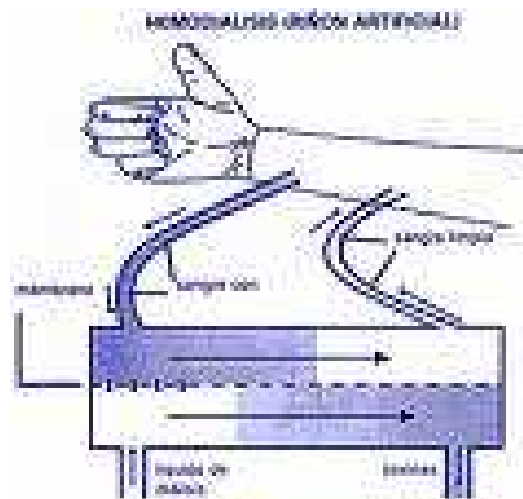
7. Un glóbulo rojo de $140 \mu\text{m}^2$ de superficie se coloca en una disolución de glicerol 0,3 M. (a) Si el coeficiente de difusión a través de la membrana es de $10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$, determinar el número inicial de moléculas de glicerol que atraviesan la pared celular por unidad de tiempo sabiendo que el espesor de la membrana es 10 nm. (b) Una vez dentro de la célula, las moléculas de glicerol tienen un coeficiente de difusión igual a $2 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$. ¿Cuánto tardarán las moléculas de glicerol en difundirse hasta el centro de la célula si entran por un extremo del eritrocito. Recordar que un glóbulo rojo es un disco bicóncavo de unas $8 \mu\text{m}$ de diámetro y $1 \mu\text{m}$ de espesor en el centro.

[Solución: (a) $2,52 \times 10^{12}$ moléculas/s; (b) 13,3 ms]

8. Considérese el funcionamiento de un riñón artificial. En él se desea depurar un volumen V_0 de sangre que contiene una concentración inicial ($t = 0$) C_0 de urea, y en el instante t tiene una concentración C . Suponer que la concentración se uniformiza continuamente en la sangre por la acción de la bomba cardiaca. Esta sangre está en contacto a través de una membrana de diálisis con una disolución fisiológica exterior de volumen V'_0 , la cual tiene una concentración inicial nula en urea y una concentración C' en el instante t . Esta disolución también se mantiene continuamente en estado homogéneo. Ver Figura.

(a) Cinco litros de sangre contienen 3,8 g/l de urea y se quieren depurar. Calcular el volumen V'_0 que hay que usar en el circuito depurador para que la sangre acabe con sólo 0,25 g/l de urea al cabo de un tiempo suficientemente largo (es decir, que se supone que se ha llegado a una situación de equilibrio).

(b) Cinco litros de sangre contienen 3,8 g/l de urea y se quieren depurar. Sea V'_0 suficientemente grande como para poder considerarlo infinito. Supongamos que la sangre contiene 1,9 g/l de urea después de tres horas de depuración a través de la membrana de diálisis, donde la superficie total de poros (de 0,5 mm de longitud) es de 20 dm^2 . Calcular el coeficiente de difusión medio de la urea a través de la membrana durante el proceso de diálisis.



[Solución: (a) $V'_0 = 71$ l; (b) $D = 7,7 \times 10^{-6}$ cm²/s]

Presión osmótica

9. Suponiendo que la concentración de hemoglobina dentro de un eritrocito es de 10 mM, calcular la presión osmótica dentro del glóbulo cuando se sumerge en agua destilada a 27 °C. Supóngase que la hemoglobina es la única sustancia osmóticamente activa que existe en esta experiencia.

[Solución: $\Pi = 0,25$ atm: estallará en cuanto se sumerja en agua]

10. ¿Qué masa de NaCl hay que añadir por litro de agua para obtener la misma presión osmótica que el agua del mar, que es de 25,8 atm a 20 °C? Supóngase que la sal se disocia completamente.

Datos: Peso molecular del NaCl = 58,5 g/mol.

[Solución: 31 g/l]

11. Unos glóbulos rojos que poseen una concentración interna igual a 0,30 Osmolar se colocan en una disolución de NaCl 0,175 M, a temperatura ambiente (20 °C). (a) Determinar la diferencia de presión osmótica en atmósferas. En esta situación, ¿se hinchan o encogen los glóbulos rojos?; (b) ¿En qué porcentaje?.

[Solución: (a) $\Delta\Pi = 1,20$ atm; (b) 14,3 %]

12. Las principales contribuciones de concentración de proteína en suero son dos: la albúmina (de peso molecular = 66000 g/mol) en una concentración de 45 g/l y la globulina (de peso molecular = 170000 g/mol) en una concentración de 20 g/l. Calcular la presión osmótica debida a estas proteínas a 37 °C.

[Solución: 20×10^{-3} atm]

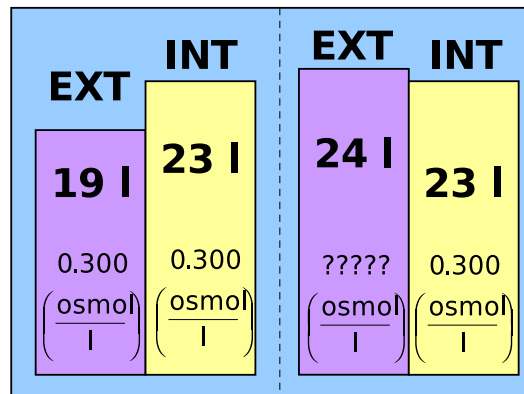
13. Sea la constitución del plasma la siguiente:

| | | | |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------|
| urea | 1,2 g/l (Peso molecular = 60 g/mol) | CO_3H^- | 25 mM |
| glucosa | 0,9 g/l (Peso molecular = 180 g/mol) | Ca^{2+} | 5 mM |
| prótidos ⁻ | 15 mM | Na^+ | x mM |
| Cl^- | 80 mM | K^+ | 5 mM |
| Lactato ⁻ | 10 mM | | |

(a) Calcular x . (b) Calcular la osmolaridad total.

[Solución: (a) $x = 115$ mM; (b) 280 mOs]

14. Los compartimentos hídricos de una persona son de 19 litros para los compartimentos extracelulares y 23 litros para los intracelulares (ver Figura). Si inicialmente la osmolaridad media de los fluidos fisiológicos es de 300 mOsmoles/l, calcular la osmolaridad y volumen final de cada uno de los compartimentos cuando se inyectan por vía intravenosa 5 litros de agua.



[Solución: $V_{INT} = 25,7$ l, $V_{EXT} = 21,3$ l y $C_{EXT} = C_{INT} = 0,316$ OsM]