Recuperatorio 1er. PARCIAL DE FISICA DE LOS SISTEMAS BIOLOGICOS

2do cuatrimestre (14/11/07) (hacer los problemas en hojas separadas)

Problema 1.(4 pts.) Considere un sistema cerrado en el que ocurre el siguiente conjunto de reacciones químicas:

$$
\begin{aligned}
A + B &\underset{k_1^-}{\overset{k_1^+}{\rightleftharpoons}} C\,, \\
2D + B &\underset{k_2^-}{\overset{k_2^+}{\rightleftharpoons}} E\,, \\
C &\overset{k_3}{\rightarrow} B + F\,,
\end{aligned}
\tag{1}
$$

(a) Escriba las ecuaciones de evolución para el sistema de reacciones (1), utilizando la ley de acción de masas.

(b) Indique qué cantidades se conservan.

(c) El esquema de reacciones (1), es un ejemplo de *competitividad*. Identifique el rol (sustrato, producto, enzima o complejo, etc) que juega cada especie dentro del esquema propuesto.

(d) Teniendo en cuenta el item anterior, y en particular, las hipótesis usuales sobre la magnitud de las concentraciones de los diferentes reactivos, adimensionalice las ecuaciones de evolución.
Sugerencia: Considere que la condición inicial es: $[A](0) = A_0$, $[D](0) = D_0$, $[B](0) = B_0$, $[C](0) = [E](0) = [F](0) = 0$. Divida a cada concentración por su rango (posible) de variación. Identifique el parámetro pequeño que surge.

(e) Aplique la hipótesis cuasiestacionaria y encuentre la velocidad con que se producen las moléculas de la especie F. Discuta en función del item (c) el efecto sobre la velocidad de reacción.

Problema 2.(3 pts.) Considere el siguiente paseo al azar. Una partícula se mueve con pasos discretos de tamaño d hacia la izquierda con probabilidad p y a la derecha con igual probabilidad. La probabilidad de quedarse en el mismo sitio es $1 - 2p$. El paso de tiempo es τ.

(a) Determine el valor medio de la posición, y la varianza. ¿Cuál es el coeficiente de difusión?

(b) Si en lugar de una sola partícula, tiene muchas partículas realizando este paseo al azar, escriba la ecuación que satisface la densidad o concentración de las mismas (no hace falta deducir la ecuación, con escribirla, ya está).

Problema 3 (3 pts.) Considere un canal por el que fluyen iones de valencia z debido a los efectos de un gradiente de concentracion y de un gradiente electrico en una dimension. La densidad de flujo J(x) y la concentracion de iones c(x) satisfacen la ecuacion de Nerst-Planck,

$$
J = -D\left(\frac{\mathrm{d}c}{\mathrm{d}x} + \frac{zF}{RT}c\frac{\mathrm{d}\phi}{\mathrm{d}x}\right) \tag{2}
$$

Donde F es la constante de Faraday y R es la constante de los gases. Considere que el canal comienza en $x = 0$ y termina en $x = L$, y $x < 0$ es el interior de la celula y $x > L$ es el exterior. Suponga las siguientes condiciones de contorno:

$$
\begin{aligned}
c(0) = c_i \qquad & c(L) = c_e \\
\phi(0) = V \qquad & \phi(L) = 0
\end{aligned}
\tag{3}
$$

(a) Como caso particular de la ecuacion (2) considere que el gradiente electrico es cero. A partir de la expresion de J(x) y usando la ecuacion de continuidad, encuentre la ecuacion de difusion.

(b) Suponga ahora que J(x)=0 en (2). Resuelva la ecuacion resultante para encontrar una expresion para V_0. Como se llama y que significado tiene este potencial de membrana? Si z=1 y $V = 2V_0$ en que direccion fluiran los iones?

(c) Resuelva (2) suponiendo que el campo electrico dentro de la membrana es constante. Encuentre una expresion para J(x). (Ecuacion de Goldman-Hodgkin-Katz).