

## **Programa Física Estadística 2006 Licenciatura en Física Médica**

### **Introducción**

Mecánica Estadística. Relación entre Mecánica y Termodinámica. Equilibrio y aproximación al equilibrio. Aplicaciones.

Grados de libertad. Estados macroscópicos y microscópicos. Probabilidades de ocupación de los estados. Concepto de réplicas del sistema físico considerado. Pasos operacionales. Conjuntos estadísticos.

### **Conceptos termodinámicos básicos.**

Primera ley. Segunda ley para sistemas aislados en función de la entropía y no aislados en función de la energía libre de Gibbs del sistema. Situaciones experimentales con variables externas fijas (T, V, P, U, S). Definiciones de energía libre de Helmholtz y entalpía.

Ecuación de Gibbs para un sistema cerrado y consecuencias sobre condiciones de equilibrio, estabilidad, ecuaciones de estado, y relaciones diferenciales para diferentes potenciales. Relación de Gibbs para sistemas abiertos.

Expresiones para el potencial químico. Gas ideal. Sistemas no ideales. Existencia de campos externos.

Equilibrio entre fases. Equilibrio químico. Aplicación a gases ideales.

### **Conceptos estadísticos básicos.**

Espacio de las fases. Ejemplo: oscilador armónico simple unidimensional. Sistemas aislados, evolución al equilibrio, aplicación del principio de desorden máximo referido al número de estados accesibles. Agudeza de la distribución de probabilidad de ocupación de estados accesibles en sistemas abiertos macroscópicos. Entropía. Influencia de los parámetros externos. Condiciones de equilibrio.

Funciones de distribución de probabilidad para conjuntos microcanónico, canónico y gran canónico. Función de partición. Aplicaciones a casos sencillos. Sistemas de dos y más estados. Factor de Boltzmann. Ecuación de Nernst. Variación de la presión con la altura en la atmósfera. Distribución de velocidades de Maxwell-Boltzmann. Equipartición de la energía.

### **Ecuaciones de transporte para sistemas ligeramente alejados del equilibrio.**

Ecuaciones hidrodinámicas. Probabilidad de colisión. Camino libre medio. Frecuencia y número de colisiones en sistemas binarios (A-A y A-B). Aplicación a un gas de partículas idénticas. Autodifusión. Ley de Fick, ecuación diferencial de difusión. Coeficientes de viscosidad y conductividad térmica. Ecuación de continuidad.

Líquidos. Difusión por deriva y arrastre por solvente. Movimiento browniano. Movimiento de cuerpos macroscópicos en un fluido. Relación de Einstein entre difusión y viscosidad. Aplicaciones a moléculas macroscópicas en fluidos corporales.

### **Solución de la ecuación diferencial de difusión.**

Soluciones independientes del tiempo (estacionarias) para diferentes geometrías. Arrastre a velocidad constante.

Relación formal entre corriente de fluido y capacidad eléctrica.

Difusión estacionaria hacia o desde una célula esférica con poros. Quemotaxia bacteriana. Solución general de la concentración de partículas en función del tiempo.

Descripción "random walk". Combinación de deriva y difusión en una dimensión.

### **Transporte por membranas neutras.**

Presión osmótica. Ejemplos: capilares, edema por insuficiencia cardíaca, síndrome nefrótico y enfermedad hepática, jaquecas por diálisis renal. Transporte de volumen a

través de una membrana. Transporte de soluto a través de una membrana semipermeable, por arrastre y difusión. Riñón artificial. Flujo de volumen y transporte de soluto por un poro grande. Coeficiente de reflexión. Efecto de las paredes de poro. Flujo en ausencia de reflexión. Filtrado glomerular en el riñón. Existencia de poros con diferentes tamaños. Presiones cuando sobre el fluido actúa una fuerza externa. Caso para una distribución de Maxwell-Boltzmann.

### **Transporte por membranas cargadas.**

Equilibrio de Donnan. Variación de potencial y concentraciones en una interfase (Gouy-Chapman). Iones en solución, nube de apantallamiento (Debye-Hückel). Efecto de saturación del dieléctrico.

Movimiento iónico en una solución. Ecuación de Nernst-Planck. Aplicación al movimiento a través de una membrana que separa regiones con diferentes concentraciones (modelo de campo constante). Inconsistencias y defectos del modelo de campo constante. Estado de corriente total nula para una membrana usando campo constante, ecuación de Goldman-Hodgkin-Katz, aplicación al equilibrio de Na, K, Cl.

Canales de membrana (potasio, sodio, calcio, cloro). Selectividad. Modelos. Efectos de borde y saturación. Modelos con campos no constantes, solución formal de la ecuación de Nernst-Planck. Comportamiento de un conjunto de poros, mecanismos de disparo. Dependencia de la temperatura del electrotransporte pasivo (Nernst-Planck).

### **Formalismo estadístico para tratamiento de sistemas con orden espontáneo**

(interacción a primeros vecinos descrita mediante un campo medio). Aplicación a sistemas magnéticos. Paramagnetismo, interacción con un campo externo. Hamiltoniano de Ising, aproximación de Weiss, aplicación a ferro y antiferromagnetismo. Aplicación a modelos de cultivos celulares usando hamiltonianos similares.