

# TERMODINÁMICA DE PROCESOS IRREVERSIBLES INGENIERÍA QUÍMICA

## PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

### CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA.

### CAPÍTULO 2

ALGUNOS CONCEPTOS SOBRE LA TERMODINÁMICA DEL EQUILIBRIO.

- Variables y Sistemas. Equilibrio Termodinámico.
- Qué se entiende por proceso.
- Principio extremal de la Entropía: Procesos reversibles e irreversibles.
- El potencial químico.
- Afinidad de una reacción química.
- Rendimiento de un ciclo de Carnot en régimen de máxima potencia.

### CAPÍTULO 3

GENERALIDADES SOBRE LA T.P.I. LINEAL.

- Introducción.
- Producción de Entropía en procesos irreversibles.
- $dS/dt$  en sistemas discontinuos.
- $dS/dt$  en sistemas continuos. Hipótesis de equilibrio local.
- $dS/dt$  en reacciones químicas
- Flujos y Fuerzas. Teoría lineal.
- Ecuaciones fenomenológicas. Teoría de Onsager.
- Intervalo de validez de la T.P.I. lineal.
- Estados estacionarios. Teorema de mínima producción de Entropía.

### CAPÍTULO 4

APLICACIONES DE LA T.P.I. LINEAL. PROCESOS NO ACOPLADOS.

- Conducción del calor: Ley de Fourier.
- Difusión en un medio continuo: 1ª Ley de Fick. Sedimentación y centrifugación.
- Corriente eléctrica: Ley de Ohm.
- Reacciones químicas próximas al equilibrio.

### CAPÍTULO 5

PROCESOS ACOPLADOS ISOTERMOS. PROCESOS DE SEPARACIÓN.

- Células de concentración.
- Separación a través de membranas no cargadas.
- Fenómenos electrocinéticos.
- Separación a través de membranas cargadas.

## CAPÍTULO 6

### PROCESOS ACOPLADOS NO ISOTERMOS.

- Fenómenos termoeléctricos.
- Fenómenos de termodifusión.
- Ósmosis térmica.

## CAPÍTULO 7

### PROCESOS ACOPLADOS CON REACCIONES QUÍMICAS.

- Acoplamiento entre difusión y reacción química.
- Reacciones químicas acopladas.

## CAPÍTULO 8

### T.P.I. NO LINEAL. PROCESOS ALEJADOS DEL EQUILIBRIO.

- Introducción. Estructuras disipativas.
- Fundamentos matemáticos de la dinámica de procesos no lineales. Teoremas de Lyapunov.
- Variación de la producción de entropía. Criterio de evolución.
- Estabilidad de los estados estacionarios lejos del equilibrio.
- Reacciones químicas oscilantes. El modelo de Lotka-Volterra.
- Organización espacial en reacciones químicas. El modelo Brusselator.

## **BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA**

### **TERMODINAMICA CLASICA**

- M.W. Zemansky, R.H. Dittman, "Calor y Termodinámica", McGraw-Hill, (6ª ed., 1994).
- H.B. Callen, "Termodinámica. (Introducción a las teorías físicas de la termostática del equilibrio y de la termodinámica irreversible)", Editorial AC, (1981).

### **TERMODINAMICA DE PROCESOS IRREVERSIBLES**

- I. Prigogine, "Introduction to thermodynamics of irreversible processes", Interscience Publishers, (1967). (\*\*\*\*)
- A. Katchalsky, P.F. Curran, "Non equilibrium thermodynamics in biophysics", Harvard University Press, (1975). (\*\*\*\*)
- S.R. de Groot, "Termodinámica de los procesos irreversibles", Ed. Alhambra, (1968). (\*\*)
- S.R. de Groot y P. Mazur, "Non-equilibrium thermodynamics", North-Holland Publishing Company, (1969). (\*\*)
- R. Haase, "Thermodynamics of irreversible processes", Ed. Addison-Wesley, (1969). (\*\*)
- K.S. Forland, T. Forland, S.K. Ratkje, "Irreversible thermodynamics. Theory and applications", John Wiley & Sons, (1988). (\*\*\*\*)
- M. Criado-Sancho, J. Casas-Vázquez, "Termodinámica química y de los procesos irreversibles", Addison-Wesley Iberoamericana, (1997). (\*\*\*\*)
- D. Jou, J.E. Llebot, "Introducción a la termodinámica de procesos biológicos", Labor Universitaria, (1989). (\*\*\*)
- F. Montero, F. Morán, "Biofísica: Procesos de autoorganización en Biología", Eudema Universidad, (1992). (\*\*\*\*)
- Los libros 1, 2 y 3 de la serie "Procesos de transporte y separación en membranas" editado por la Universidad de Murcia, (1989):
  1. J.A. Ibáñez, "Fundamentos de los procesos de transporte y separación en membranas". (\*\*\*)
  2. J. Garrido, V. Compañ, "Termodinámica de los Procesos electrocinéticos". (\*\*)
  3. V.M. Aguilera, S. Mafé, J. Pellicer, "Descripción de los procesos de transporte en disoluciones de electrolitos". (\*)
- N. Lakshminarayanaiah, "Transport phenomena in membranes", Academic Press, (1969). (\*\*)
- I.A. Katime, J.A. Pérez, A. Gutiérrez, F.M. Goñi, "Termodinámica de los procesos irreversibles: Reacciones oscilantes", Servicio editorial de la Universidad del País Vasco, (1984). (\*)