



**PROGRAMA DEL CURSO: Materia Optativa I: Mecánica Estadística**

**Avanzada**

DEPARTAMENTO DE: FISICA  
 AREA: SUPERIOR Y POSGRADO

AÑO: 2001

**I - OFERTA ACADÉMICA**

CARRERAS PARA LAS QUE SE OFRECE EL MISMO CURSO	PLAN DE ESTUDIOS ORD. N°	CODIGO DEL CURSO	CRÉDITO HORARIO	
			SEM.	TOTAL
1) Licenciatura en Física	002/93	0301067	9	126

**II - EQUIPO DOCENTE**

FUNCIONES	APELLIDO Y NOMBRE	CARGO	DEDIC.
Responsable	NIETO QUINTAS, FELIX DANIEL	Prof. Adjunto	Exclusiva

**III - CARACTERÍSTICAS DEL CURSO**

CREDITO HORARIO SEMANAL				MODALIDAD <sup>(2)</sup>	REGIMEN		
Teórico/ Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.		Cuatrimstral:	1° X	2°
Hs.	4 Hs.	4 Hs.	1 Hs.		Annual		
					Otro:		
					Duración: 14 semanas		
					Período: del 12/03/01 al 22/06/01		

<sup>(2)</sup> Asignatura, Seminario, Taller, etc.

**IV.- FUNDAMENTACION**

El curso de Mecánica Estadística Avanzada es una materia optativa prevista para el último curso de la carrera Licenciatura en Física. Su contenido abarca, esencialmente, el estudio de sistemas constituidos por partículas interactuantes lo que la hace una continuación natural y complemento de la materia Mecánica Estadística del plan de estudios. La fenomenología de las transiciones de fase y las distintas técnicas utilizadas para su correcta descripción teórica, constituyen un campo del conocimiento muy formativo para el futuro egresado cuya trascendencia escapa al mero marco de la Mecánica Estadística.

**V.- OBJETIVOS**

Se pretende que el alumno adquiera los siguientes conocimientos temáticos:

- describir fenomenológicamente los efectos que una transición de fase tiene sobre las cantidades termodinámicas como motivación para su comprensión con modelos teóricos.
- Estudio de los distintos modelos clásicos utilizados para fenómenos críticos, estableciendo similitudes y diferencias.
- Análisis de las más modernas técnicas modernas para estudiar fenómenos críticos: Teoría de escaleo finito, renormalización fenomenológica y grupo de renormalización en el espacio real.
- Estudio del problema de percolación.

El cabal entendimiento de los mismos proporcionará además un entrenamiento en la utilización de las metodologías que brinda la teoría de fenómenos críticos para atacar la resolución de problemas concretos en diferentes ámbitos de la Física.



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS Y NATURALES

## ANEXO II

HOJA 2/5

### PROGRAMA DEL CURSO: Materia Optativa I: Mecánica Estadística

#### Avanzada

DEPARTAMENTO DE: FÍSICA  
ÁREA: SUPERIOR Y POSGRADO

AÑO: 2001

#### VI - CONTENIDOS

**Unidad 1:** Introducción a los fenómenos críticos.

Aspectos fenomenológicos de una transición de fase. Analogías y diferencias entre fluidos y sistemas magnéticos. Definición de parámetro de orden. Clasificación formal de las transiciones de fase. Comportamiento de los potenciales termodinámicos y de diferentes cantidades físicas ante una transición de fase. El parámetro de orden de diversos sistemas físicos: la transición gas-líquido, la transición paramagnética-ferromagnética, transición paramagnética-antiferromagnética, transición Helio I – Helio II, transición conductor-superconductor, Helio III, Fluidos binarios, Surfactantes en solución. Quiebre espontáneo de la ergodicidad.

**Unidad 2:** Teorías clásicas de fenómenos críticos.

Teoría de Weiss del magnetismo: sistemas magnéticos no-interactuantes, suposición de campo medio, el modelo de Weiss con campo externo aplicado. Teoría de van der Waals para la transición gas-líquido: teoría elemental del gas ideal monoatómico, el teorema del virial, el modelo de van der Waals, isothermas de van der Waals y la construcción de Maxwell, la ley de estados correspondientes, termodinámica de van der Waals. Analogías entre la teoría de Weiss y la de van der Waals: la teoría de campo medio. La teoría de Landau. La teoría de Yang y Lee. La teoría de Bethe-Peierls. La teoría de Bragg y Williams o quasisquímica. El método de matriz transferencia. El modelo de Ising: soluciones en una cadena unidimensional y en dos dimensiones en ausencia de campo externo aplicado.

**Unidad 3:** Modernas teorías de fenómenos críticos: teoría de escaleo estático.

Definición de exponente de punto crítico. Los exponentes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\nu$  y  $\eta$ . Desigualdades entre los exponentes críticos. La desigualdades de: Rushbrooke, Coopersmith, Griffiths, Buckingham-Gunton, Fisher y Josephson. Universalidad de los exponentes críticos. Hipótesis de escaleo estático: funciones homogéneas de una y varias variables. Predicciones de la teoría de escaleo estático.

**Unidad 4:** Modernas teorías de fenómenos críticos: teoría de escaleo finito.

El problema de la medida finita y el límite termodinámico. Longitud de correlación en sistemas finitos. Efectos de medida finita. La función de escaleo. Determinación de los exponentes críticos  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\nu$  y  $\eta$  mediante simulación numérica. El cumulante de cuarto orden. Determinación de la temperatura crítica. Análisis de escaleo finito en una transición de fase de primer orden.

**Unidad 5:** Teoría de percolación.

Sistemas percolantes. Concepto de sitio, enlace y cluster. Concepto de percolación. Percolación de sitios y de enlaces. Solución exacta en una dimensión. Solución exacta para la red de Bethe. Distribución del número de clusters de tamaño  $s$ . Suposición de escaleo. Perímetro y radio del cluster. Dimensión fractal. Teoría de campo medio para el problema de percolación. Escaleo de tamaño finito. Renormalización fenomenológica. Determinación de los exponentes críticos. Conductividad.

**Unidad 6:** Modernas teorías de fenómenos críticos: grupo de renormalización.

Ejemplo de renormalización. Grupo de renormalización en el espacio real y en el espacio de los momentos. Decimación. Ejemplo: el modelo de Ising en una dimensión y en dos dimensiones. Renormalización de la red. Relaciones de recursión. Flujo en el espacio de los parámetros. Puntos fijos estables e inestables. División en bloques. Variables de bloques. Cálculos de temperatura y exponentes críticos. Análisis del problema de percolación con técnicas de grupo de renormalización. Implementación de un algoritmo numérico.



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS Y NATURALES

## ANEXO II

HOJA 3/5

### PROGRAMA DEL CURSO: Materia Optativa I: Mecánica Estadística

#### Avanzada

DEPARTAMENTO DE: FÍSICA  
AREA: SUPERIOR Y POSGRADO

AÑO: 2001

#### VII - PLAN DE TRABAJOS PRÁCTICOS

##### Guías de problemas de aula

- 1º Guía de Trabajos Prácticos: Fenomenología de transiciones de fase
- 2º Guía de Trabajos Prácticos: Teorías clásicas: Teoría de Weiss, de van der Waals y de Landau.
- 3º Guía de Trabajos Prácticos: Teorías clásicas: Teoría de Bethe-Peierls, Cuasiquímica y Matriz Transferencia.
- 4º Guía de Trabajos Prácticos: Teorías modernas: Escaleo Finito.
- 5º Guía de Trabajos Prácticos: Teorías modernas: Teorías de Percolación.
- 6º Guía de Trabajos Prácticos: Teorías modernas: Grupo de renormalización en el espacio real.

##### Prácticos de cálculos numéricos y análisis de datos

- Práctico N°1: Implementación de la Teoría de escaleo finito.  
Práctico N°2 Determinación de exponentes críticos.  
Práctico N°3: Implementación de un algoritmo para el problema de percolación. Estudio de exponentes críticos.  
Práctico N°4: Implementación numérica del Grupo de renormalización en el espacio real.

#### VII - RÉGIMEN DE APROBACIÓN

##### CONDICIONES DE APROBACIÓN:

Para la obtención de la regularidad es necesaria:

- a) La aprobación del 100% de las actividades de prácticos de análisis de datos y cálculo numérico.
- b) la aprobación del 100% de los exámenes parciales.

Se tomarán tres exámenes parciales. Cada parcial puede ser recuperado una vez, en caso de no ser aprobado en primera instancia. Los alumnos que trabajen tendrán acceso a una recuperación extra. Se obtiene la aprobación de la materia por un examen final ante un tribunal examinador.

#### X.a - BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Kerson Huang, "Statistical Mechanics", John Wiley & Sons, (1963).  
R.K. Pathria, "Statistical Mechanics", Pergamon Press, (1972).  
L.D. Landau, E.M. Lifshitz, "Física Estadística", Vol. 5 del Curso de Física Teórica, Editorial Reverte, (1975).  
J.R. Waldram, "The Theory of Thermodynamics", Cambridge University Press, (1991).  
F. Reif, "Statistical Mechanics", Mc Graw-Hill, NY (1965).  
H. Eugene Stanley, "Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena", Clarendon Press, Oxford, (1971).  
J.M. Yeomans, "Statistical Mechanics of Phase Transitions", Oxford Science Publications, Clarendon Press, (1992).  
D. Stauffer, "Introduction to Percolation Theory", Taylor & Francis (1985).  
Nigel Goldenfeld, "Lectures on Phase Transitions and the Renormalization Group", Frontiers in Physics, Addison Wesley Publishing Company (1992).  
C. Garrod, "Statistical Mechanics and Thermodynamics", Oxford University Press (1995).

#### X.b - BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- R. Zallen, "The Physics of Amorphous Solids", John Wiley & Sons, NY, (1983).  
J.J. Binney, N.J. Dowrick, A.J. Fisher y M.E.J Newman, "The theory of critical phenomena: an introduction to the renormalization group", Oxford Science Publications (1998).  
C. Domb, "The critical point: a historical introduction to the modern theory of critical phenomena", Taylor and Francis, (1996).  
S.K. Ma, "Modern theory of critical phenomena", Reading PA (1976).  
G. Deutscher, R. Zallen and J. Adler (Eds.) "Percolation Structures and Processes", Annals of the Israel Physical Society, Vol. 5 (1983) Ayalon Offset Ltd.



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis

FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MATEMATICAS Y NATURALES

## ANEXO II

HOJA 4/5

### **PROGRAMA DEL CURSO: Materia Optativa I: Mecánica Estadística**

#### **Avanzada**

DEPARTAMENTO DE: FISICA  
AREA: SUPERIOR Y POSGRADO

AÑO: 2001

#### **ELEVACIÓN Y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA**

	<b>Profesor Responsable</b>	<b>Aprobación del Area</b>	<b>Aprobación del Departamento</b>
Firma			
Aclaración	Félix Daniel Nieto Quintas		
Fecha	26 de marzo del 2001		



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis

FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MATEMATICAS Y NATURALES

## ANEXO II

HOJA 5/5

### COMPLEMENTO DE DIVULGACION

**CURSO: Materia Optativa I: Mecánica Estadística Avanzada**

AÑO: 2001

DEPARTAMENTO DE: FISICA

CODIGO del CURSO: .....

#### **OBJETIVOS DEL CURSO** (no más de 200 palabras):

Se pretende que el alumno adquiera los siguientes conocimientos temáticos:

- describir fenomenológicamente los efectos que una transición de fase tiene sobre las cantidades termodinámicas como motivación para su comprensión con modelos teóricos.
- Estudio de los distintos modelos clásicos utilizados para fenómenos críticos, estableciendo similitudes y diferencias.
- Análisis de las más modernas técnicas modernas para estudiar fenómenos críticos: Teoría de escaleo finito, renormalización fenomenológica y grupo de renormalización en el espacio real.
- Estudio del problema de percolación.

El cabal entendimiento de los mismos proporcionará además un entrenamiento en la utilización de las metodologías que brinda la teoría de fenómenos críticos para atacar la resolución de problemas concretos en diferentes ámbitos de la Física.

#### **PROGRAMA SINTETICO** (no más de 300 palabras):

Introducción a los fenómenos críticos. Aspectos fenomenológicos de una transición de fase. Definición de parámetro de orden. Clasificación formal de las transiciones de fase. Quiebre espontáneo de la ergodicidad. Teorías clásicas de fenómenos críticos. Teorías de campo medio: Teoría de Weiss del magnetismo y Teoría de van der Waals para la transición gas-líquido. Teoría de Landau, de Yang y Lee, de Bethe-Peierls, de Bragg y Williams y el método de matriz transferencia. El modelo de Ising. Modernas teorías de fenómenos críticos: teoría de escaleo estático. Desigualdades entre los exponentes críticos. Universalidad de los exponentes críticos. Hipótesis de escaleo estático. El problema de la medida finita y el límite termodinámico. Efectos de medida finita. La función de escaleo. Determinación de los exponentes críticos mediante simulación numérica. Determinación de la temperatura crítica. Análisis de escaleo finito en una transición de fase de primer orden. Teoría de percolación. Percolación de sitios y de enlaces. Teoría de campo medio para el problema de percolación. Escaleo de tamaño finito. Renormalización fenomenológica. Conductividad. Grupo de renormalización. Grupo de renormalización en el espacio real y en el espacio de los momentos. Decimación. Renormalización de la red. Relaciones de recursion. Flujo en el espacio de los parámetros. Puntos fijos estables e inestables. División en bloques. Variables de bloques. Cálculos de temperatura y exponentes críticos. Análisis del problema de percolación con técnicas de grupo de renormalización. Implementación de un algoritmo numérico.