

Introducción a la Teoría de Fenómenos Críticos

Curso de Doctorado - FaMAF

Profesor : Dr. Pablo Serra

1^{er} semestre 2010

Programa

1. Termodinámica de sistemas cooperativos

Fenomenología de las transiciones de fase. Repaso de Nociones generales de Termodinámica [15/03]. Termodinámica de las transiciones de fase, el modelo fenomenológico de Van der Waals para gases no ideales. Termodinámica de sistemas magnéticos [22/03]. El modelo fenomenológico de Curie-Weiss. Definición de exponentes críticos, caracterización de transiciones de fase continuas por exponentes críticos [25/03]. Desigualdades termodinámicas entre exponentes críticos. Descripción cualitativa de puntos multicríticos.

2. Modelos y Soluciones Exactas en $d = 1, 2$

Breve repaso de mecánica estadística [29/03]. El rol de los modelos. Modelos continuos: generalidades [22/03]. El gas de Tonk, deducción de Orstein de la ecuación de Van der Waals. Modelos definidos sobre redes: el modelo de Heisenberg de Ferromagnetismo, origen electrostático del Hamiltoniano de Heisenberg [05/04]. El modelo de Heisenberg anisotrópico, casos particulares: $X - Y$ e Ising. Modelos equivalentes al modelo de Ising: el gas de red y la aleación binaria. Otros modelos de interes: el modelo de Blume-Emery-Griffiths y de Blume-Capel, el modelo n -vectorial y su relación con otros modelos.

El modelo de Ising: magnetización espontanea y quiebre de simetría. Existencia del límite termodinámico [08/04]. Diagramas de fase a temperatura nula, generalidades. Solucion exacta del modelo de Ising para la cadena lineal (condiciones de contorno libres en $d=1$ a campo nulo). Función correlación de pares, longitud de correlación. La matriz de transferencia, solución exacta del modelo de Ising unidimensional con campo externo y condiciones periódicas de contorno [12/04], (continuación:) la magnetización y la función correlación de pares. No existencia de transición de fase en sistemas unidimensionales. Generalización de la matriz de transferencia a sistemas quasi-bidimensionales [15/04]. Uso de simetrías en el cálculo de los autovalores de la matriz de transferencia, ejemplo: sistemas invariantes ante inversión de spines y rotación discreta. Breve análisis de la solución exacta del modelo de Ising bidimensional a campo nulo [19/04]. Escaleo para sistemas finitos.

3. Expansiones en Serie

Generalidades. Expansiones de alta temperatura, ejemplo: el modelo de Ising en la red cuadrada [22/04]. Evaluación de T_c y exponentes críticos: el método de la razón. Expansiones para bajas temperaturas, transformación de dualidad, temperatura crítica exacta del modelo de Ising en la red cuadrada (autodual). Relación triangulo-estrella, la temperatura crítica exacta del modelo de Ising en las redes triangular y hexagonal [26/04]. Relación de la expansión de altas temperaturas de la función partición del modelo ($n \rightarrow 0$)-vectorial con la función gran-partición de un modelo de polímeros.

4. Teorías Clásicas de Fenómenos Críticos

Comentarios generales sobre soluciones *tipo* campo medio. Fundamentación microscópica de la ecuación de Curie-Weiss. La aproximación de Bethe-Peierls [03/05]. El principio variacional de Gibbs, métodos variacionales: la desigualdad de Bogoliubov; aplicaciones: el modelo de Ising. Aproximación variacional para el modelo de Blume-Capel, diagrama de fases, el punto tricrítico [06/05]. El modelo de Curie-Weiss. El árbol de Cayley, la red de Bethe [10/05]. Solución del modelo de Ising ferromagnético como estudio de estabilidad de una relación de recurrencia; obtención de la ecuación de Curie-Weiss como límite de coordinación infinita; exponentes críticos [13/05]. Teoría fenomenológica de Landau para puntos críticos, generalidades, modelos de Van der Waals y Curie-Weiss como expansiones en potencias del parámetro de orden. Exponentes críticos. Teoría fenomenológica de Landau para puntos tricríticos, exponentes tricríticos clásicos [17/05]. El criterio de Ginzburg para validez de teorías tipo campo medio, exponentes ν, ν' y η clásicos.

5. Hipótesis de Escala y el Grupo de Renormalización

Funciones homogéneas generalizadas. La energía libre de Landau como Función homogénea generalizada, exponentes críticos clásicos a partir de la forma de escala [20/05]. La hipótesis de escala para la energía libre, obtención de las leyes de escala. La hipótesis de escala para la magnetización; hipótesis de escala para las correlaciones: exponentes ν y η [31/05]. La construcción de Kadanoff. El grupo de renormalización, generalidades, puntos fijos y superficies críticas [03/06]. Estudio de estabilidad de puntos fijos, cálculo de exponentes críticos. Casos particulares: regla de la mayoría y decimación. Aplicaciones al modelo de Ising: decimación en la cadena lineal [07/06]. Decimación en la red cuadrada. Método de Niemeyer y Van Leeuwen (regla de la mayoría + expansión en cumulantes): el modelo de Ising en la red triangular. Discusión cualitativa de modelos que presentan más de un punto crítico o puntos multicríticos [14/06].