

SISTEMAS DE MUITOS CORPOS

Curso de Engenharia Física Tecnológica

Série 7

1. Considere um gás de electrões à temperatura $T = 0^\circ K$, interagindo entre si pela força de Coulomb, na presença de um “background” uniforme de carga positiva de modo a assegurar a neutralidade de carga do sistema.

Calcule a energia do sistema na aproximação de primeira ordem no potencial, usando métodos diagramáticos.

2. Considere o modelo de Hubbard para a interacção entre electrões de condução. Usando as equações de movimento e o formalismo canónico obtenha

- a) a teoria de campo médio para as energias dos electrões,
- b) a teoria de Stoner para as ondas de spin.

3. Considere a teoria de Landau para uma transição de fase

$$\mathcal{H} = |\nabla\varphi|^2 + \frac{1}{2}m\varphi^2 + \frac{1}{4!}g\varphi^4 + \vec{h} \cdot \vec{\varphi}.$$

a) Obtenha as regras de Feynman para esta teoria na presença de um campo magnético $\vec{h}$ ou de uma transição de fase em que $\vec{M} = \langle \vec{\varphi} \rangle \neq \vec{0}$. Decomponha o campo $\vec{\varphi}$ em parte transversal $\vec{\sigma}$ e longitudinal π .

b) Obtenha a equação de estado, para o modelo indicado e para o modelo esférico em que $g = \frac{1}{n}g_0$, sendo n o número de componentes do campo $\vec{\varphi}$.

4. Usando o integral de caminho de Feynman para um sistema de bósons interagindo através de um potencial V , obtenha a condição de definição do condensado de Bose.

5. No problema de Kondo os electrões de condução interagem com uma impureza localizada com spin S . Por comodidade (embora não seja um tratamento exacto) use a representação de Abrikosov $\vec{S} = \sum_{\alpha\beta} a_\alpha^\dagger S_{\alpha\beta} a_\beta$ para o spin.

a) Obtenha as regras de Feynman para esta interacção. Note que se trata de uma interacção com uma impureza localizada.

b) Calcule a auto-energia do electrão em primeira e segunda ordem de teoria de perturbações.

6. Obtenha a aproximação dada pela teoria de campo médio para o modelo de Ising a d dimensões.

a) Obtenha a função de partição e a magnetização.

b) Mostre que a aproximação da teoria de campo médio continua a dar a existência de uma transição de fase mesmo para $d = 1$, o que é incorrecto.