SISTEMAS DE MUITOS CORPOS

Curso de Engenharia Física Tecnológica

Série 7

1. Considere um gás de electrões à temperatura $T = 0°K$, 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 $\vec{M} =< \vec{\varphi} >\neq \vec{0}$. 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 bosões interactuando através de um potencial V, obtenha a condição de definição do condensado de Bose.

5. No problema de Kondo os electrões de condução interactuam com uma impureza localizada com spin S. Por comodidade (embora não seja um tratamento exacto) use a representação de Abrikosov $\vec{S} = \sum_{\alpha\beta} a^\dagger_\alpha S_{\alpha\beta} a_\beta$ 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 contuinua a dar a existência de uma transição de fase mesmo para $d = 1$, o que é incorrecto.