

# FCI 319 – Física Estatística

Segunda Prova (07/12/16)

Nome: \_\_\_\_\_

1. Obtenha a relação entre a pressão, o volume e a energia interna de um gás ideal quântico de férmions ou de bósons (considere os dois casos) não-relativísticos. Como esta expressão se compara com a expressão análoga para o gás ideal clássico?

2. Calcule a energia de Fermi  $\epsilon_F$  em função da densidade de partículas e da temperatura para o gás de elétrons nas aproximações a) não-relativística e b) ultra-relativística (i.e.  $\epsilon \sim pc$ ).

3. Para um gás ideal de partículas bosônicas, escreva a expressão para o número total de partículas  $N$  incluindo em um termo separado o número de partículas no condensado de Bose-Einstein  $N_0$ . Demonstre que abaixo da temperatura de condensação  $T_0$  (i.e. para  $\mu = 0$ ) vale a relação

$$N_0 = N \left[ 1 - \left( \frac{T}{T_0} \right)^\alpha \right]. \quad (1)$$

Qual o valor de  $\alpha$ ?

4. Considere o modelo de Ising

$$\mathcal{H} = -J \sum_{\langle ij \rangle} s_i s_j - B \sum_i s_i,$$

onde  $J > 0$  é a interação ferromagnética,  $B$  é o campo magnético, os spins  $s_i$  tomam os valores  $+1$ ,  $-1$  e a soma em  $i, j$  é sobre pares de sítios primeiros vizinhos na rede cúbica em 3 dimensões. Calcule a **energia** e a **magnetização** (i.e.  $\langle s \rangle$ , a média termodinâmica de  $s_i$ ) do sistema na aproximação de campo médio, em que os spins vizinhos a cada sítio são substituídos pelo valor médio  $\langle s \rangle$  na expressão da hamiltoniana do modelo acima.

- (a) Qual a temperatura crítica? explique
- (b) Quais os expoentes críticos  $\beta$  (magnetização) e  $\gamma$  (susceptibilidade magnética)?