

Exercício (PARA REVISÃO)

Questão 1

Ainda não respondida

Vale 1,00 ponto(s).

Marcar questão

Texto da questão

A energia de interação entre um momento de dipolo magnético $\vec{\mu}$ e um campo magnético $\vec{B} = B\hat{z}$ é

$$V = -\vec{\mu} \cdot \vec{B} = -\mu_z B.$$

Partículas quânticas com spin $1/2$ têm momento magnético cuja componente z , em unidades apropriadas, pode assumir apenas os valores

$$\mu_z = \pm \frac{1}{2},$$

de modo que, nessas unidades, a energia de interação com o campo pode ser escrita como

$$V(s) = sB, \quad s \in \left\{ -\frac{1}{2}, +\frac{1}{2} \right\}.$$

Um material paramagnético, como o aço inoxidável utilizado nos refrigeradores, pode ser modelado como uma coleção de momentos magnéticos que não interagem entre si, mas apenas com um campo magnético $\vec{B} = B\hat{z}$. A energia magnética total dessa coleção toma a forma

$$E(\{s\}) = \sum_{i=1}^N V(s_i) = -B \sum_{i=1}^N s_i,$$

em que $\{s\} = s_1, s_2, \dots, s_N$ especifica a configuração das componentes z dos momentos magnéticos de todas as N partículas que compõem a coleção.

Implemente uma simulação de Monte Carlo para esse sistema, supondo que o número de partículas seja igual a 10^4 e que a temperatura seja medida em unidades nas quais a constante de Boltzmann é $k_B = 1$. Utilize o algoritmo de Metropolis, e escolha como movimentos possíveis a inversão da componente z do momento magnético de uma partícula escolhida aleatoriamente. Em outras palavras, após escolher, digamos, a partícula i , proponha que $s_i \rightarrow s'_i = -s_i$,

provocando uma variação de energia $\Delta E = (-s'_i + s_i)B = 2s_i B$, e verifique se a mudança proposta é aceita, comparando o fator de Boltzmann $\exp(-\beta \Delta E)$ com um número aleatório entre 0 e 1, conforme discutido na aula.

Execute a simulação por 200 passos de Monte Carlo, sob uma temperatura $T = 1$, partindo de uma situação em que os valores das componentes z dos momentos magnéticos das partículas sejam todos iguais a $-1/2$. Teste com valores de campo $B = 0$, $B = 1$ e $B = 2$. Em cada caso, você deve traçar o gráfico dos valores da magnetização média por partícula, definida por

$$m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N s_i,$$

como função do passo de Monte Carlo. Como verificação, utilize o fato de que, sob campo nulo, a magnetização do sistema após a equilibração deve ser nula em média. Em outras palavras, um material paramagnético não pode funcionar como um ímã permanente. Além disso, a uma temperatura fixa, quanto maior for a intensidade do campo aplicado, maior deve ser o módulo da magnetização média após a equilibração.

Submeta seu programa e os 3 gráficos correspondentes pelo campo abaixo.

Tamanho máximo para novos arquivos: 100Mb - Upload arrastando e soltando não suportado

Carregando...

Você pode arrastar e soltar arquivos aqui para adicioná-los.

Solte arquivos aqui para enviar

Carregando...

Carregando...