Questão 1

Incompleto

Vale 1,00 ponto(s).

Marcar questão

Editar questão

Queremos analisar, do ponto de vista microscópico, **o equilíbrio térmico** entre dois blocos. Para tanto, vamos utilizar o modelo microscópico de Einstein para os sólidos (átomos descritos como osciladores tridimensionais). Vamos analisar dois casos diferentes.

- CASO A: dois "blocos" contendo um átomo cada um ($N_1 = N_2 = 3$ osciladores) e dez quanta de energia no total.
- CASO B: dois "blocos" maiores, um deles com $N_1 = 200$ osciladores (aproximadamente 67 átomos) e o outro com $N_2 = 300$ osciladores (cem átomos). A energia total corresponde a 100 quanta.

Caso A

Na aula atividade anterior, vocês calcularam à mão os números de microestados correspondentes às diversas divisões possíveis de 4 quanta de energia entre dois átomos. Agora irão considerar o caso de 10 quanta. Baixem a planilha microestados10.ods e abram-na.

- A coluna mais à esquerda varre as divisões dos quanta entre os átomos, indexadas pelos quanta no átomo 1. Completem apenas os campos cinza com os números de quanta de energia, em cada sistema (átomo 1 ou 2). Nos demais campos há fórmulas prontas para a contagem de microestados. **Confiram pelo menos os resultados fornecidos pelas primeiras linhas e tirem todas as dúvidas com um dos instrutores.** Para sistemas maiores, é necessário escrever um programa de computador, e isso exige que vocês compreendam claramente todos os detalhes do cálculo.
- Na planilha, há um gráfico contendo o esqueleto de um histograma com o número Ω de microestados do conjunto de dois átomos para cada valor do número de quanta no átomo à esquerda. Se não estiverem entendendo, perguntem a um dos instrutores.
- Qual é o número total de microestados para o sistema composto pelos dois átomos?
- Qual é a probabilidade de encontrar o sistema com 5 quanta em cada átomo? (três algarismos significativos)
- Qual a probabilidade de encontrar todos os quanta no átomo 2? (três algarismos significativos)
- Qual a divisão mais provável dos quanta?

Escolher...

Verificar

Questão **2**

Incompleto

Vale 1,00 ponto(s).

Marcar questão

Editar questão

Queremos analisar, do ponto de vista microscópico, **o equilíbrio térmico** entre dois blocos. Para tanto, vamos utilizar o modelo microscópico de Einstein para os sólidos (átomos descritos como osciladores tridimensionais). Vamos analisar dois casos diferentes.

- CASO A: dois "blocos" contendo um átomo cada um ($N_1 = N_2 = 3$ osciladores) e dez quanta de energia no total.
- CASO B: dois "blocos" maiores, um deles com $N_1 = 200$ osciladores (aproximadamente 67 átomos) e o outro com $N_2 = 300$ osciladores. A energia total corresponde a 100 quanta.

Caso A

Considerem ainda o caso em que há 10 quanta partilhados entre os dois átomos.

Definimos a **largura a meia altura** de uma curva que tem um único pico como a distância entre os dois pontos em que a reta horizontal cuja ordenada corresponde à metade da altura do pico intersecta a curva. A **largura relativa** correspondente é o valor dessa largura dividido pela abscissa que corresponde ao pico da curva.

- Estimem a largura a meia altura do histograma mostrado na planilha da questão anterior. ______ (um algarismo significativo)

Verificar

Questão 3

Incompleto

Vale 1,00 ponto(s).

Marcar questão

Editar questão

Queremos analisar, do ponto de vista microscópico, o **equilíbrio térmico** entre dois blocos. Para tanto, vamos utilizar o modelo microscópico de Einstein para os sólidos (átomos descritos como osciladores tridimensionais). Vamos analisar dois casos diferentes.

- CASO A: dois "blocos" contendo um átomo cada um ($N_1 = N_2 = 3$ osciladores) e dez quanta de energia no total.
- CASO B: dois "blocos" maiores, um deles com $N_1 = 200$ osciladores (aproximadamente 67 átomos) e o outro com $N_2 = 300$ osciladores. A energia total corresponde a 100 quanta.

Caso B

Esse caso é muito trabalhoso, pois o grande número de microestados torna muito difícil obter a distribuição de probabilidades, mesmo com o auxílio de planilhas eletrônicas, que em geral não são capazes de lidar com números muito grandes. Vocês irão assim utilizar um **programa em VPython** para gerar a distribuição.

- Leiam o programa e obtenham a distribuição de probabilidades do problema que acabamos de estudar (caso A): sistema formado por dois "blocos" (3 osciladores em cada um) com dez quanta de energia (total). Verifiquem se o histograma que obtiveram com a planilha é o mesmo previsto pelo VPython.
- Agora executem o programa com os parâmetros do caso B (sistemas com 200 e 300 osciladores, 100 quanta de energia). Em seguida, extraiam as informações abaixo.
  1. O número de estados microscópicos correspondentes ao estado macroscópico mais provável é aproximadamente ______ $\times 10^{114}$ (um algarismo significativo).
  2. O número de estados microscópicos cai à metade (em relação ao pico) quando o número de quanta no bloco 1 é, aproximadamente, ______ (à esquerda do pico) ou ______ (à direita do pico).

     (Utilizem em ambas as respostas dois algarismos significativos.)
  3. A largura da distribuição (separação entre os pontos em que o número de estados microscópicos cai à metade do valor máximo) é de aproximadamente ______ quanta.
- Executem novamente o programa com as condições abaixo, tomando nota do macroestado mais provável.
  1. $N_1 = 400$, $N_2 = 100$, partilhando 100 quanta
  2. $N_1 = 250$, $N_2 = 250$, partilhando 100 quanta
  3. $N_1 = 100$, $N_2 = 400$, partilhando 100 quanta
  4. $N_1 = 400$, $N_2 = 100$, partilhando 30 quanta
  5. $N_1 = 250$, $N_2 = 250$, partilhando 30 quanta
  6. $N_1 = 100$, $N_2 = 400$, partilhando 30 quanta

  Quanto ao macroestado mais provável, assinalem abaixo a(s) afirmativa(s) correta(s).

  - [ ] Sempre corresponde a 50% da energia em cada bloco.
  - [ ] Sempre ocorre para o mesmo número de quanta no bloco 1.
  - [ ] Não há um padrão claro.
  - [ ] Sempre corresponde à mesma energia média (por oscilador) em cada bloco.

Verificar

Questão **4**

Incompleto

Vale 1,00 ponto(s).

Marcar questão

Editar questão

Ainda através do programa VPython, vamos agora analisar o comportamento da largura relativa em meia altura, quando aumentamos o número N de osciladores e o número q de quanta. Vamos aumentá-los, mantendo fixa a razão entre eles, proporcional à energia interna média por oscilador no sistema. Essa é uma abordagem usual em mecânica estatística para investigar o que o acontece no que se chama o **limite termodinâmico**. A ideia é manter fixas as propriedades médias, para lidar sempre com sistemas combinados "parecidos" entre si, mas de tamanhos diferentes, e ir aumentando o tamanho até (idealmente) atingir a escala macroscópica.

Para cada uma das combinações de N e q abaixo, estimem o número q_{mp} de quanta no bloco 1 que corresponde à divisão mais provável dos quanta. Em seguida, estimem a largura em meia altura, e dividam-na por q_{mp} para obter a largura relativa em meia altura, σ_{ma}. Registrem os resultados nos quadros.

- $N = 128,\ N_1 = N_2 = 64$, partilhando 16 quanta.
- $N = 256,\ N_1 = N_2 = 128$, partilhando 32 quanta.
- $N = 512,\ N_1 = N_2 = 256$, partilhando 64 quanta.
- $N = 768,\ N_1 = N_2 = 384$, partilhando 96 quanta.

Para as combinações acima, espera-se que valha $\sigma_{\mathrm{ma}} = a/\sqrt{N}$, com a constante, desde que $N \gg 1$. Vamos testar essa relação na forma equivalente $\ln \sigma_{\mathrm{ma}} = b - (1/2)\ln N$, em que $b = \ln a$ é também uma constante. Façam no Desmos uma tabela contendo os valores de $\ln N$ (abscissas) e de $\ln \sigma_{\mathrm{ma}}$ (ordenadas) que vocês obtiveram. Em seguida, criem uma curva $y = b - (1/2)x$ e sintonizem o deslizante de b para tentar ajustar os pontos produzidos a partir da tabela.

1. Que valor de b melhor ajusta os pontos?

2. A partir do sucesso do ajuste, o que é possível dizer a respeito da largura relativa quando N torna-se cada vez maior?
   - ☐ A largura relativa torna-se cada vez maior, tendendo ao infinito quando N tende ao infinito.
   - ☐ A largura relativa permanece constante.
   - ☐ A largura relativa torna-se cada vez menor, tendendo a zero quando N tende ao infinito.
   - ☐ A largura relativa torna-se cada vez maior, mas tende a um valor finito quando N tende ao infinito.
   - ☐ A largura relativa torna-se cada vez menor, mas tende a um valor diferente de zero quando N tende ao infinito.

3. Para um sistema contendo dois blocos, cada um contendo 4×10^6 osciladores, partilhando 10^6 quanta de energia, e usando o valor de b calculado acima, qual vocês estimam que seja a probabilidade de encontrar o sistema com 1/100 a mais de quanta no bloco 1 do que no bloco 2?
   - ☐ 0
   - ☐ 1/100
   - ☐ 49/100
   - ☐ 51/100
   - ☐ 99/100
   - ☐ 1

Verificar