

**Ensembles microcanônico e canônico**

**1. Número de sistemas no ensemble**

- a. **Modelo gás de rede com interações.**  $N = 2, V = 9$ . Represente por meio de desenhos algumas configurações típicas desse sistema no ensemble microcanônico (para  $E = -\varepsilon$ ) e no ensemble canônico. Calcule o número de sistemas que deve haver para o ensemble, na situação de (i) sistema isolado com energia  $E = -\varepsilon$ ,  $N_{microcanônico}$  e (ii) sistema em banho térmico,  $N_{canônico}$ .
- b. **Modelo de Einstein para o sólido.**  $N_{osciladores} = 3$ . Represente por meio de desenhos algumas configurações típicas desse sistema no ensemble microcanônico (para  $q = 2$ ) e no ensemble canônico. Calcule o número de sistemas que deve haver para o ensemble, na situação de (i) sistema isolado com energia  $E = -2\hbar\omega$ ,  $N_{microcanônico}$ , e (ii) sistema em banho térmico,  $N_{canônico}$ .

**2. Distribuição de energia no ensemble** Enumere os estados descritos no exemplo do final da pg 9.

**3. Distribuição de energia no sólido de Einstein – contando configurações e probabilidades**

- a. Considere  $N_{osciladores} = 4$  (osciladores A, B, C e D) e  $q = 4$ , para o sistema isolado. Represente os estados típicos na forma  $(q_A, q_B, q_C, q_D)$  e calcule a “degenerescência” de cada um destes estados típicos.
- b. Calcule o número total de estados  $\Omega(N_{osciladores} = 4, q = 4)$  e verifique que este número pode ser escrito na forma  $\Omega(N_{osciladores}, q) = \frac{(q+N-1)!}{q!(N-1)!}$ .
- c. Calcule a probabilidade de que  $q_A = 0$ . Calcule a probabilidade de encontrar um oscilador com energia mínima.

**4. Distribuição de energia entre dois sólidos de Einstein.** Considere dois sólidos de Einstein, inicialmente isolados um do outro, e isolados globalmente do meio externo. Cada um tem 4 osciladores e as energias somadas fazem  $q = 4$ .

- a. Complete a tabela abaixo para diferentes repartições de energia entre os dois sólidos.

$q_1$	$\Omega_1$		$\Omega_2$	$\Omega_{tot} = \Omega_1 \Omega_2$
0				
1				
2				
3				
4				

- Se os dois sólidos são colocados em contato térmico, quantos são os estados microscópicos possíveis do sistema? Qual a probabilidade de encontramos 2 quanta em cada sólido? E a partição 1-3?
- Faça um gráfico de probabilidade de repartição de energia em função da energia do sistema 1.
- Leia o texto “Maximização de entropia e temperatura” e verifique suas respostas comparando com a página 3.
- Use os programas VPython\_12.P.70\_entropia\_corpo\_1.py, VPython\_12.P.70\_entropia\_corpo\_2.py e VPython\_12.P.70.py para gerar as figuras das paginas 6-8 do texto “Maximização de entropia e temperatura”.
- Analise as diferenças entre os sistemas “pequeno” e “grande”.