

## Entropia do Sólido de Einstein

Para realizar esse roteiro abra applet java: Einstein solid: Entropy

### Introdução:

Este programa calcula a entropia de 2 Sólidos de Einstein que pode trocar energia. O gráfico mostra a entropia dos 2 sistemas,  $S_A$  (curva azul) e  $S_B$  (curva verde), e a entropia  $S$  (curva vermelha) do sistema composto.  $N_A$  e  $N_B$  são o número de partículas em cada sistema. A energia total é dada por  $E = E_A + E_B$ .

A entropia é calculada usando os coeficientes binomiais para determinar o número de estados como uma função de energia. Em cada caso a entropia é dada em função de  $E_A$ , a energia do sistema A. A entropia do sistema A é dada por:

$$S(E_A) = k \cdot \ln \Omega(E_A)$$

Onde  $\Omega(E_A)$  é o número de microestados do sistema A com energia  $E_A$  e  $k$  é a constante de Boltzmann. As unidades são tais que  $k=1$ . A entropia do sistema B é dada por uma expressão similar. A entropia do sistema composto é dada por:

$$S(E_A) = k \cdot \ln[\Omega_A(E_A)\Omega_B(E_B)] = S_A + S_B.$$

A entropia total do sistema é dada por:

$$S(E) = k \cdot \ln\left[\sum_{E_A} \Omega(E_A)\Omega(E - E_A)\right]$$

Nós veremos que quando o número total de partículas aumenta, a entropia total pode ser aproximada por:

$$S(E) = k \cdot \ln\left[\sum_{E_A} \Omega(\hat{E}_A)\Omega(E - \hat{E}_A)\right]$$

Onde  $\hat{E}_A$  é o valor mais provável de  $E_A$ ; Isto é, o valor de  $E_A$  para o qual  $S(E_A)$  é máxima.

### Problemas:

1. Escolha vários valores dos parâmetros e descreva o comportamento qualitativos de  $S_A$ ,  $S_B$  e  $S$  como uma função de  $E_A$ .
2. A caixa de mensagem fornece o erro relativo na entropia total quando esta é aproximada pelo valor máximo como uma função de  $E_A$ . Descreva o comportamento deste erro quando você aumenta o tamanho do sistema e mantém a energia por partícula constante.
3. Discuta porque a entropia total tem um máximo. O que você diz sobre a inclinação de  $S_A$  e  $S_B$  onde  $S(E_A)$  é máxima?
4. Os valores do inverso da inclinação  $\frac{dS_A}{dE_A}$  e  $\frac{dS_B}{dE_B}$  podem ser obtidos clicando com o mouse na curva correspondente. Os valores do inverso da inclinação são dados no canto inferior direito. Nós sabemos que os dois sistemas estão em equilíbrio quando suas temperaturas são iguais. Discuta a relação do inverso da inclinação com a temperatura.