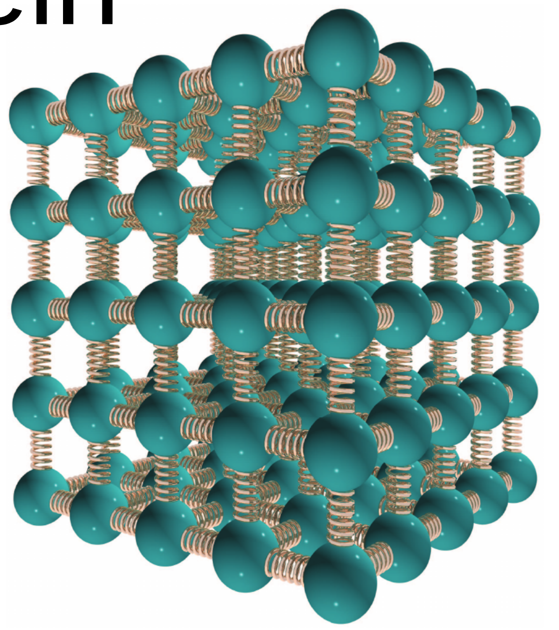
Aula 25
Entropia

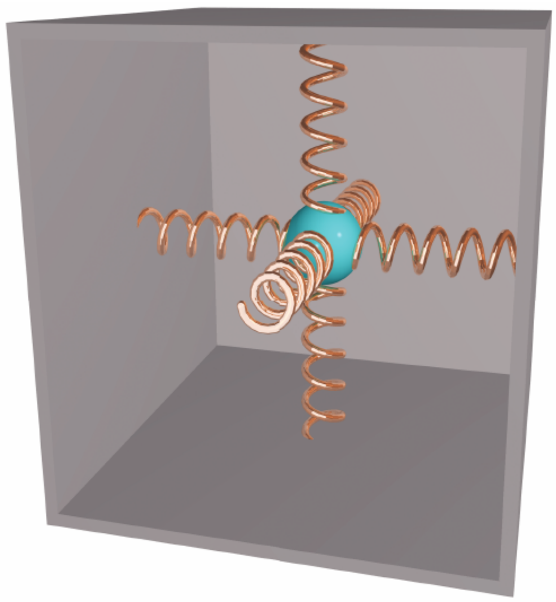
Objetivos:

- Calcular a entropia de um sistema
- Explicar, utilizando a mecânica estatística, por que dois objetos em contato sempre atingem o equilíbrio térmico

O sólido de Einstein

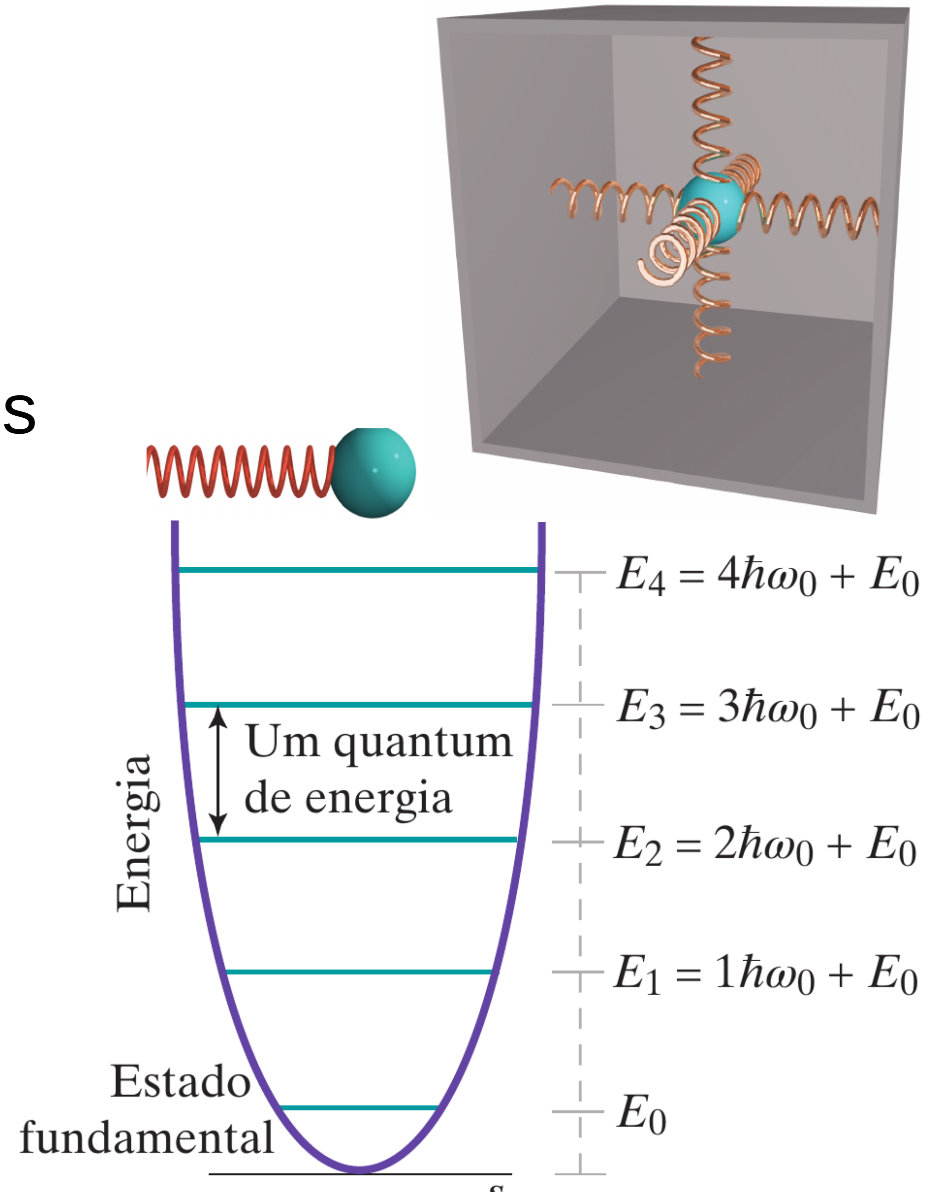


- É uma aproximação de um sólido, baseada no modelo de esferas e molas. No sólido de Einstein, supõe-se que os átomos (**quânticos!**) sejam presos por molas às suas **posições de equilíbrio**.
- As **interações** entre os átomos permitem que a energia térmica "se espalhe" pelo sólido, mas de resto são **ignoradas**. (Como as colisões no gás ideal.)



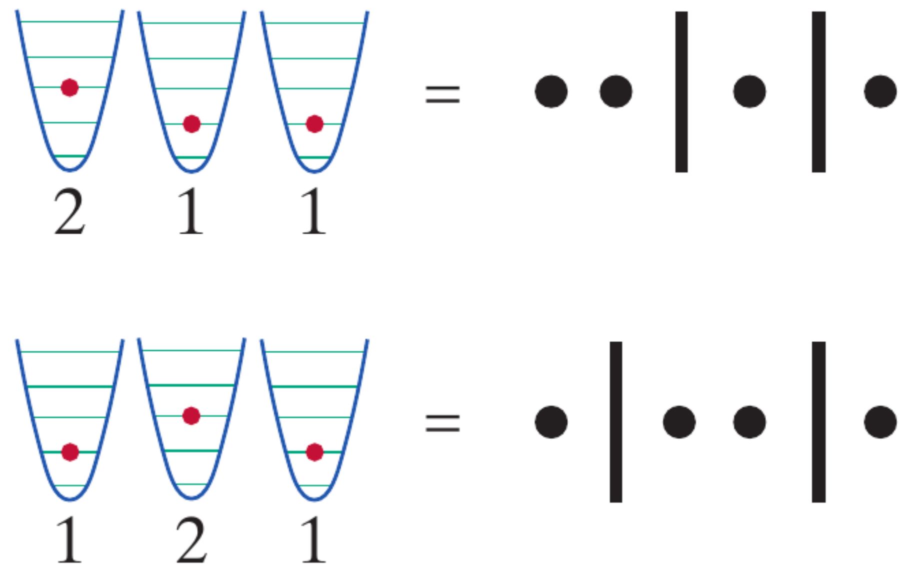
O sólido de Einstein

- Na mecânica quântica, um oscilador tridimensional é equivalente a três osciladores unidimensionais independentes.
- Logo, no sólido de Einstein **cada átomo** dá origem a **três osciladores**. A hipótese de Einstein foi de que todos os osciladores têm a **mesma frequência** ω_0.



Uma fórmula geral

- Ao lado: representações equivalentes para distribuir 4 quanta em 3 osciladores.
- Como dois quanta ou duas partições são indistinguíveis, o número Ω de maneiras de distribuir q quanta entre N osciladores é



$$\Omega = \frac{(q+N-1)!}{q!(N-1)!}$$

A suposição fundamental da mecânica estatística

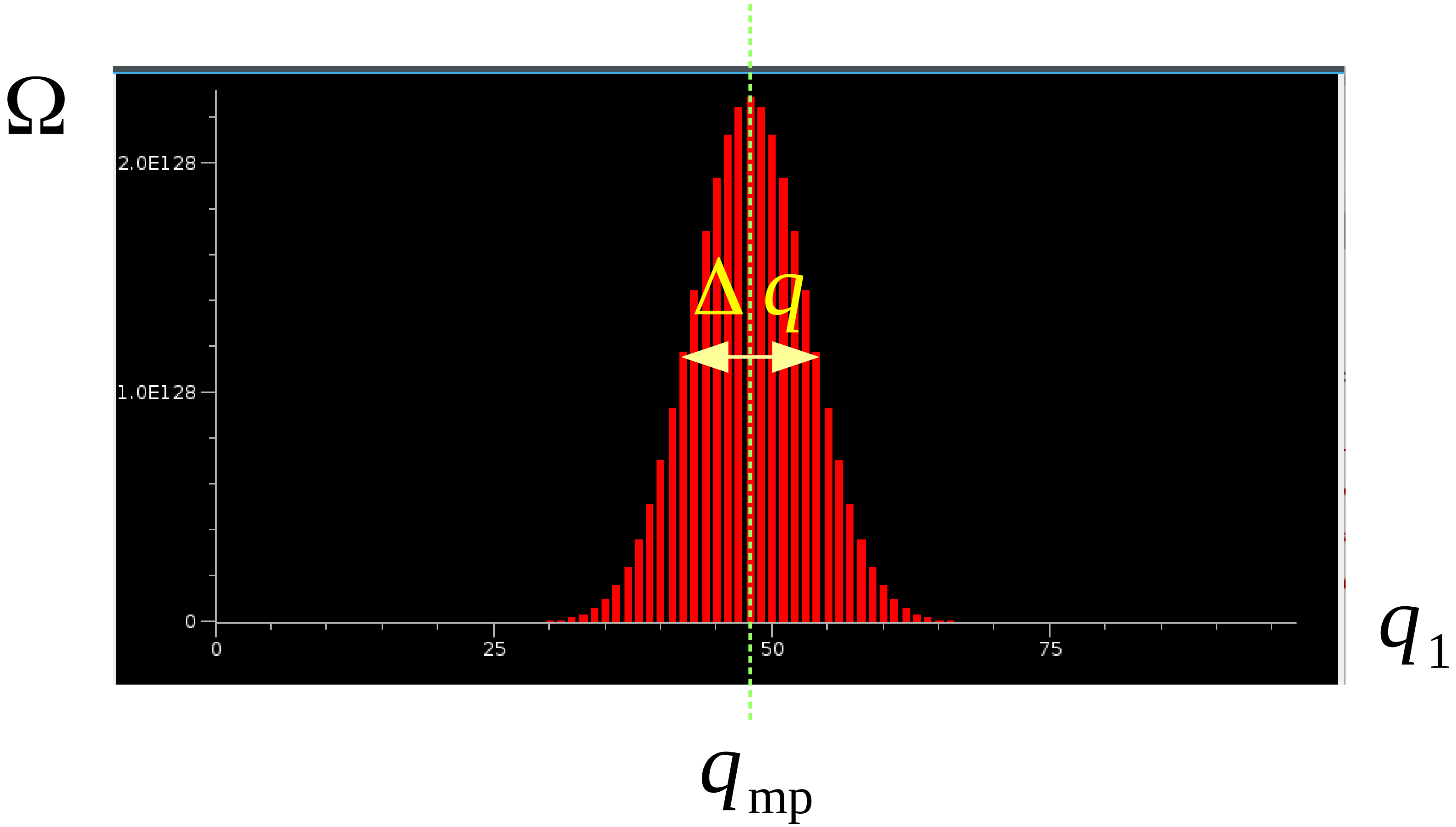
- Para um sistema de tamanho dado (N), uma energia (ou número q de quanta) total define um **macroestado**.
- Uma maneira compatível de distribuir a energia define um **microestado**.
- **A suposição fundamental:** todos os microestados compatíveis com um dado macroestado são igualmente prováveis.

Parte 1

- Distribuir energia (“quanta”) entre dois objetos maiores.
- Planilha e VPython para efetuar os cálculos trabalhosos.

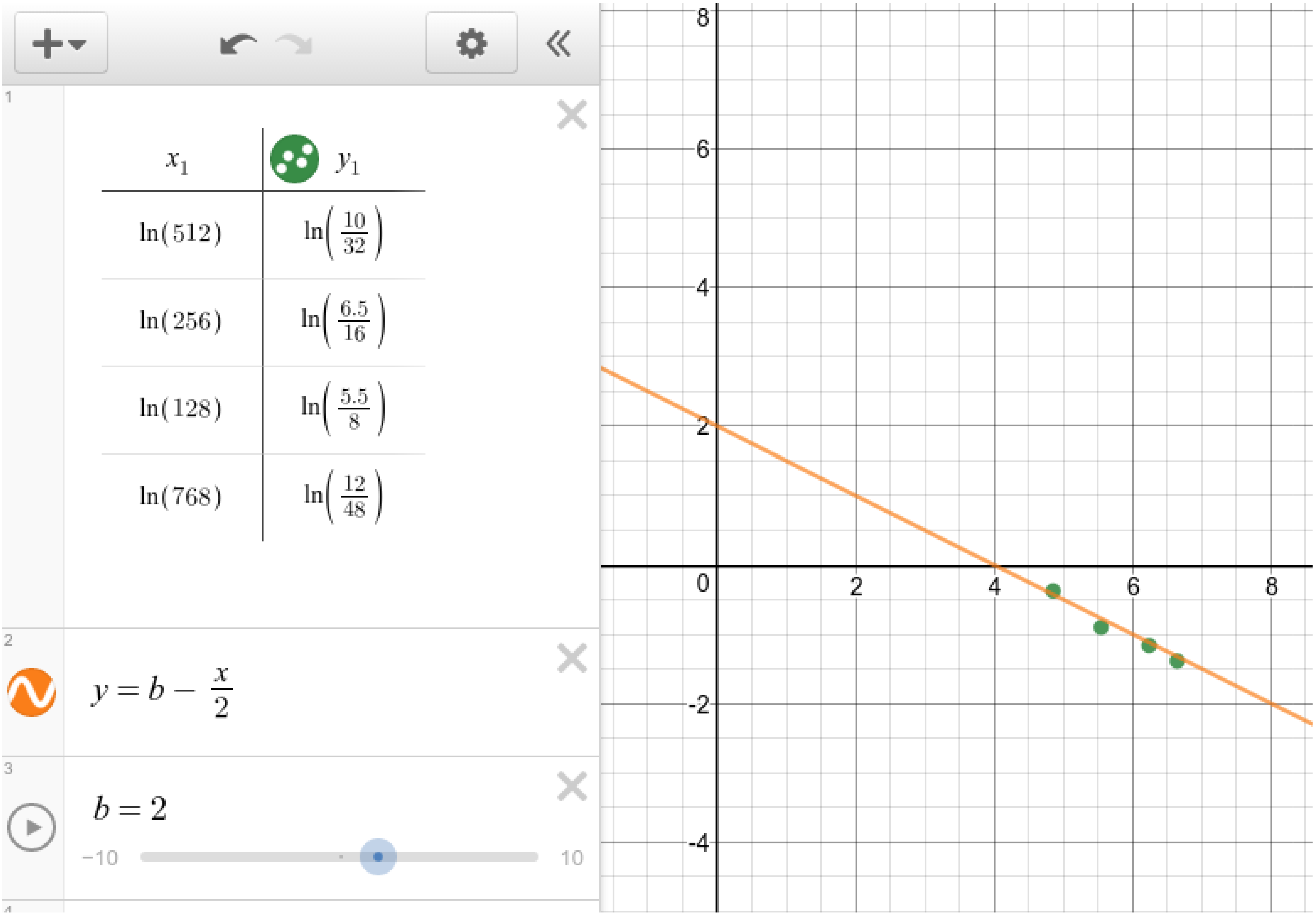
Parte 1 no moodle

Parte 1 – fechamento



A largura relativa em meia altura é $\sigma_{\mathrm{ma}} = \dfrac{\Delta q}{q_{\mathrm{mp}}}$.

Parte 1 – fechamento



Parte 2

- Definição de entropia:

$$S = k_B \ln \Omega$$

$k_B = 1{,}38 \times 10^{-23}$ J/K é a constante de Boltzmann

Parte 2 no moodle

Parte 2 – fechamento

$$S = k_B \ln \Omega = k_B \ln(\Omega_1 \Omega_2)$$

$$S = k_B \ln(\Omega_1) + k_B \ln(\Omega_2) = S_1 + S_2$$