

Termodinâmica Avançada

Aula 02

James Moraes de Almeida



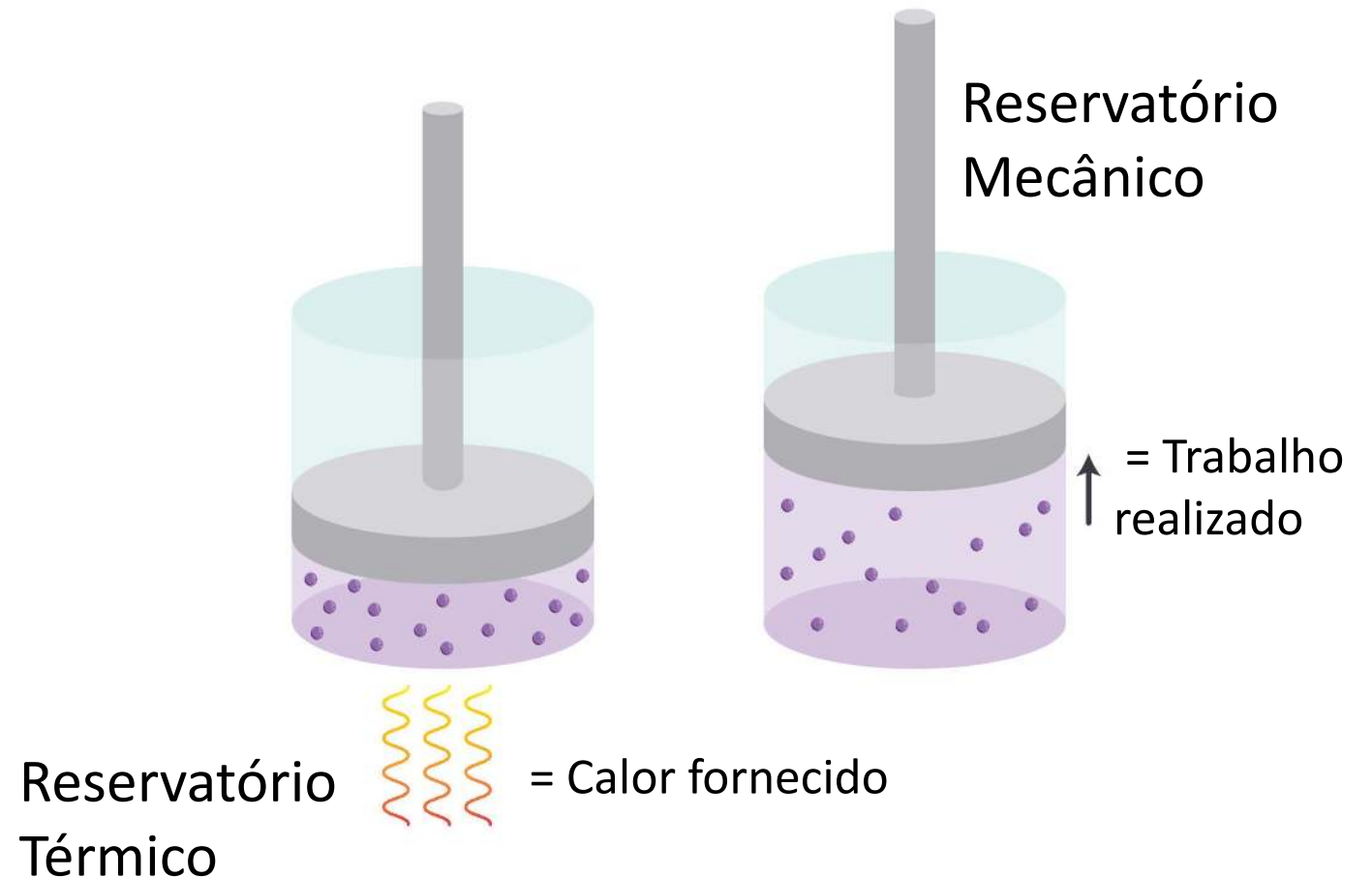
MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



Estabilidade Termodinâmica

- A pressão é mantida constante pelo pistão.
- A temperatura se mantém constante, pois há expansão.



Estabilidade Termodinâmica



Estabilidade Termodinâmica

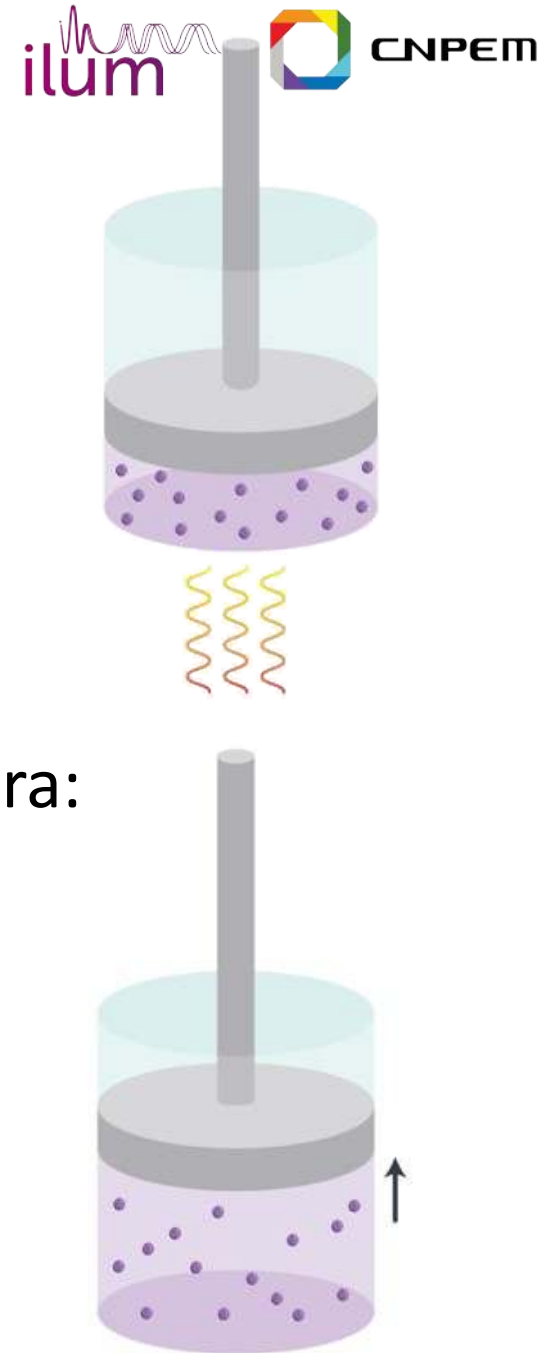
- Vamos imaginar dois estados para o nosso gás:
 - 0> Em contato com os reservatórios, sistema composto em equilíbrio.
 - Equilíbrio irrestrito.
 - , , , ,
 - 1> Em equilíbrio mas isolado dos reservatórios.
 - Equilíbrio vinculado (parede rígida, parede adiabática).
 - , , , ,

Estabilidade Termodinâmica

- O sistema vai então de $1>$ para $0>$, sem variar sua energia (ϵ).
- O que acontece com a entropia?
 - Aumenta ou permanece igual.

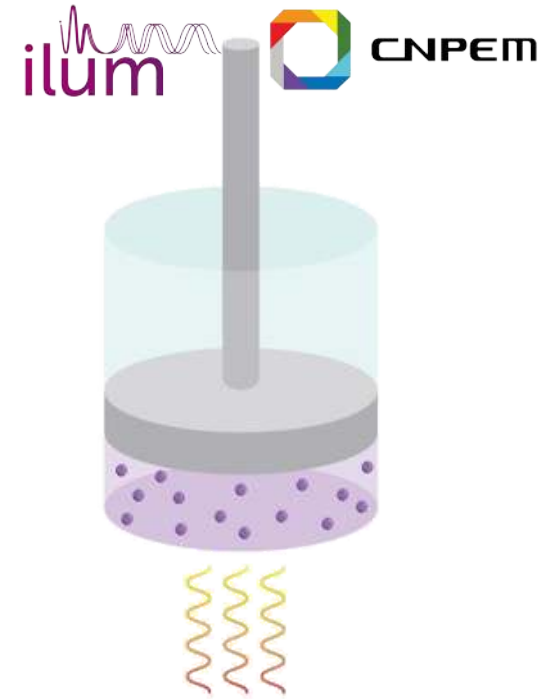
Estabilidade Termodinâmica

- Qual a variação da entropia?
 - é a variação entrópica do reservatório térmico.
 - Sinal negativo pois o reservatório fornece calor.
 - Como ele só troca calor e não altera sua temperatura:



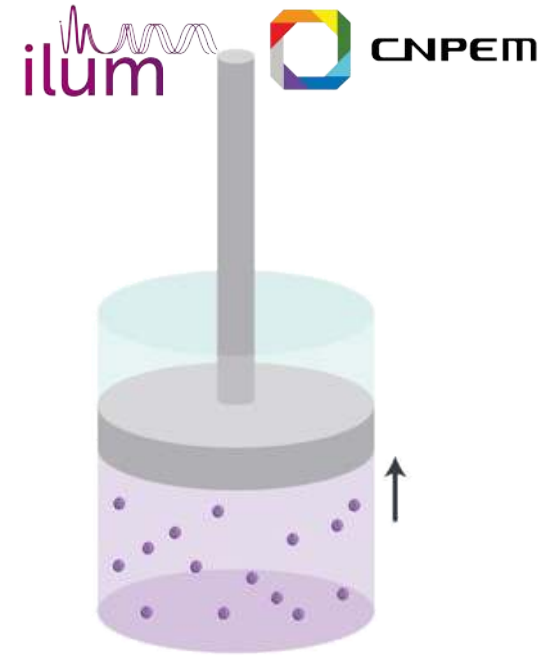
Estabilidade Termodinâmica

- Qual a variação da entropia?
 - Como ele só troca calor e não altera sua temperatura:
- Então:



Estabilidade Termodinâmica

- Qual a variação da energia interna?
 - Primeira lei:
 - é o trabalho do reservatório mecânico.
 - Como ele tem pressão constante:
- Então:



Estabilidade Termodinâmica

- Qual a variação da energia interna?
- Lembrado que, se , :

Estabilidade Termodinâmica

- Vamos isolar para substituir na inequação da entropia:
- Substituindo:

Estabilidade Termodinâmica

- Vamos isolar para substituir na inequação da entropia:
 - Princípio da máxima entropia.

Estabilidade Termodinâmica

- Princípio de máxima entropia:
 - *“a entropia do estado de equilíbrio irrestrito é maior ou igual a àquela do estado de equilíbrio vinculado, desde que esses dois estados tenham a mesma energia.”*

Estabilidade Termodinâmica

- Atividade

- Agora, se e ?
 - O sistema vai para uma energia menor.
- Encontre o princípio da mínima energia.

Estabilidade Termodinâmica

- Princípio da mínima energia:
 - *“a energia do estado de equilíbrio irrestrito é menor ou igual àquela do estado de equilíbrio vinculado, desde que esses estados tenham a mesma entropia”.*

Estabilidade Termodinâmica

- Princípio da mínima energia:
 - *“a energia do estado de equilíbrio irrestrito é menor ou igual àquela do estado de equilíbrio vinculado, desde que esses estados tenham a mesma entropia”.*

Princípio de Claussius-Gibbs

- Princípio de máxima entropia:
- Princípio da mínima energia:
- Essas duas expressões são equivalentes e fazem parte de um único princípio:
 - Princípio de Claussius-Gibbs.

Princípio de Claussius-Gibbs

- Princípio de máxima entropia.
- Princípio de mínima energia.

Lei fundamental da Termodinâmica

- Primeira lei da termodinâmica:

Lei fundamental da Termodinâmica

- Primeira lei da termodinâmica:
- O calor em um processo reversível é dado por:

Lei fundamental da Termodinâmica

- Primeira lei da termodinâmica:
- O calor em um processo reversível é dado por:

Lei fundamental da Termodinâmica

- Primeira lei da termodinâmica:
 - O calor em um processo reversível é dado por:
 - O trabalho é dado por:

Lei fundamental da Termodinâmica

- Primeira lei da termodinâmica:
 - O calor em um processo reversível é dado por:
 - O trabalho é dado por:

Lei fundamental da Termodinâmica

- Primeira lei da termodinâmica:
 - O calor em um processo reversível é dado por:
 - O trabalho é dado por:

Lei fundamental da Termodinâmica

- Primeira lei da termodinâmica:
 - O calor em um processo reversível é dado por:
 - O trabalho é dado por:
 - Equação fundamental da termodinâmica para sistemas fechados.

Lei fundamental da Termodinâmica



- Equação fundamental da termodinâmica para sistemas fechados.

Lei fundamental da Termodinâmica

- Equação fundamental da termodinâmica para sistemas fechados.
- U é uma função de T e V .

Lei fundamental da Termodinâmica

- U é uma função de T e V .
- Podemos calcular a derivada total de :

Lei fundamental da Termodinâmica

- U é uma função de T e V .
- Podemos calcular a derivada total de :

Lei fundamental da Termodinâmica

- é uma função de e .
- Podemos calcular a derivada total de :
- Como :

Lei fundamental da Termodinâmica

- é uma função de e .
- Podemos calcular a derivada total de :
- Como :

Lei fundamental da Termodinâmica

- é uma função de e .
- Podemos calcular a derivada total de :
- Como :

Lei fundamental da Termodinâmica



OBRIGADo

James Moraes de Almeida
james.almeida@ilum.cnpem.br

ilum.cnpem.br



CNPem
Centro Nacional de Pesquisa
em Energia e Materiais

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

