



UFOP

Universidade Federal
de Ouro Preto

Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas
Departamento de Química



Termodinâmica

Aula 1

Professora: Melissa Soares Caetano

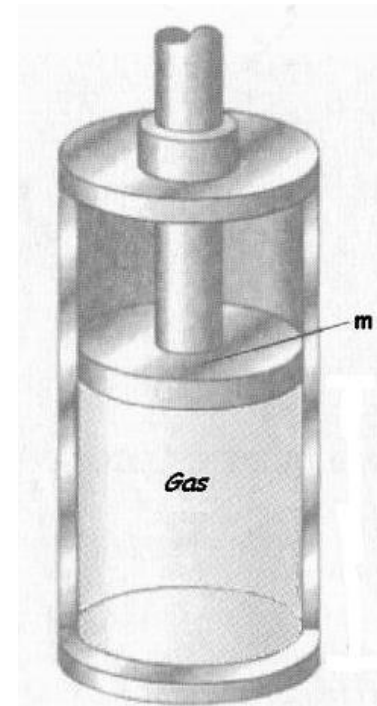
Disciplina QUI 317

Termos termodinâmicos:

Sistema: parte do universo cujas propriedades estão sob investigação



Localizado num espaço definido pela **fronteira** que o separa do resto do universo, **vizinhanças**



Tipo de sistema depende das características da fronteira

Sistema aberto: massa e energia podem se transferir através da fronteira.

Sistema fechado: fronteira proíbe a transferência de massa através de seus limites. No entanto, energia pode escoar através da fronteira.

Sistema isolado: não há transferência de massa nem energia.



Propriedades físicas fundamentais:

Trabalho: quantidade que escoá através da fronteira de um sistema durante uma mudança de estado e é conversível na elevação de uma massa nas vizinhanças

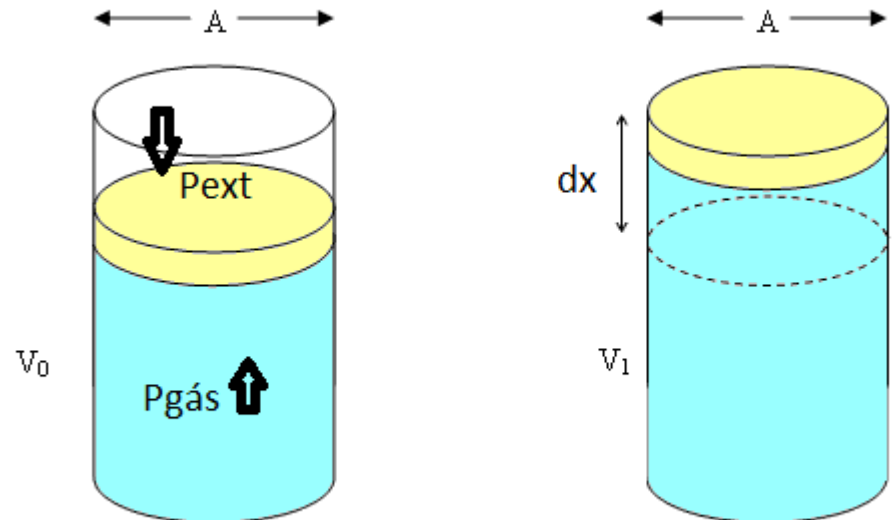


Corpo é deslocado contra força que se opõe ao deslocamento



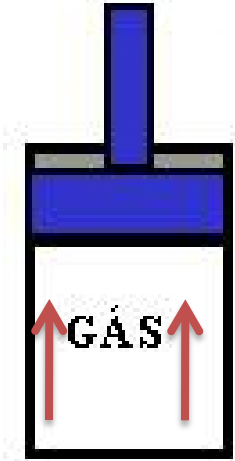
Só haverá realização de trabalho quando o objeto se mover

$$W = \vec{F} \cdot d\vec{x} = P \cdot A \cdot dx = P \cdot dV$$



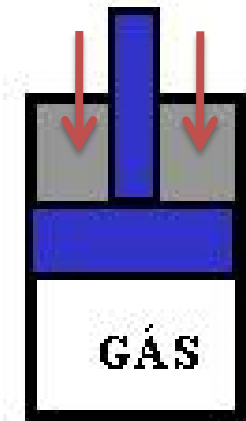
$$W = \int_i^f P \cdot dV$$

Trabalho positivo e negativo



O sistema realiza trabalho sobre a vizinhança.
(o sistema perde energia)

$$W = - P.dV$$



A vizinhança realiza trabalho sobre o sistema.
(o sistema ganha energia)

$$W = + P.dV$$

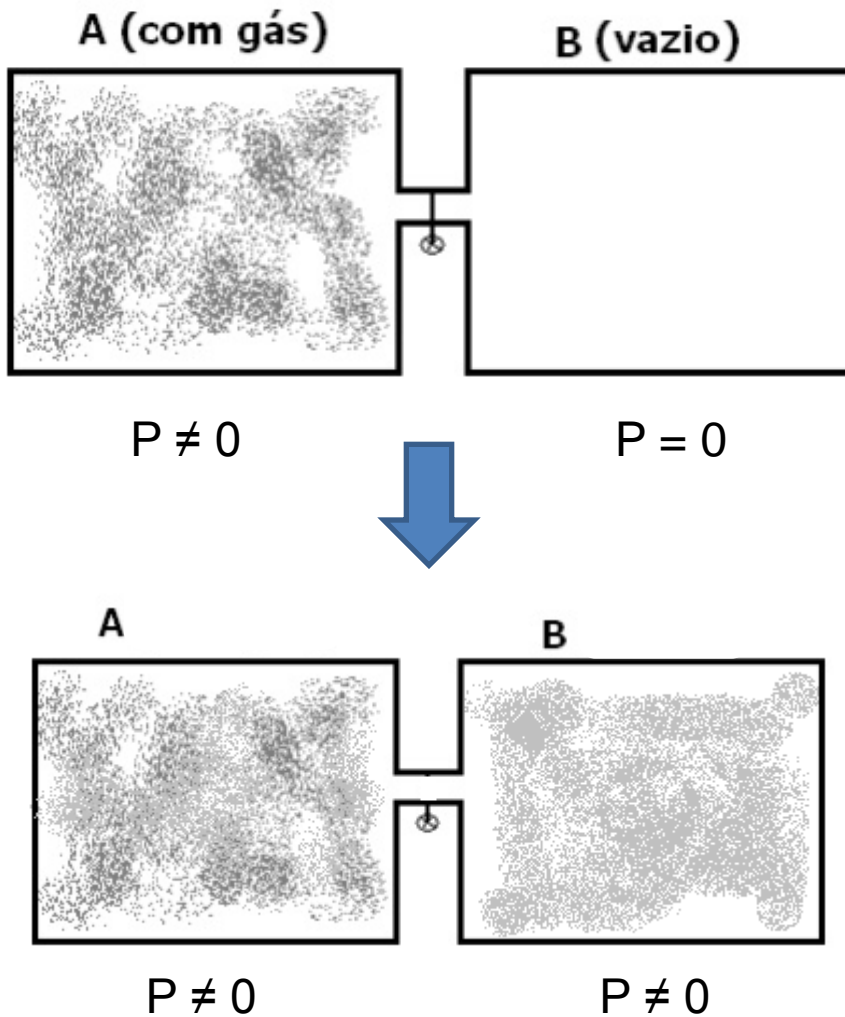
Exemplo

Considere um gás ideal em uma câmara de pistão em que o volume inicial é 2,0L e a pressão inicial é de 8atm. Considere que o pistão está subindo, isto é, o sistema está se expandindo até um volume final de 5,5L contra uma pressão externa constante de 1,75atm. Considere também uma temperatura constante durante o processo.

- a) Calcule o trabalho para o processo
- b) Calcule a pressão final do gás

Tipos de expansão

Expansão Livre



$$P_{\text{ext}} = 0$$
$$W = -P_{\text{ext}} \cdot dV$$

Expansão livre

$$W = 0$$

Expansão reversível

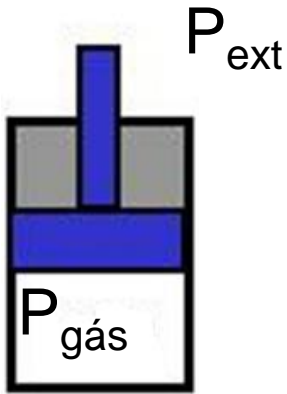
Sistema e vizinhança podem ser trazidos novamente ao estado inicial



Processos ideais

Equilíbrio mecânico

$$P_{\text{ext}} = P_{\text{gás}} = P$$

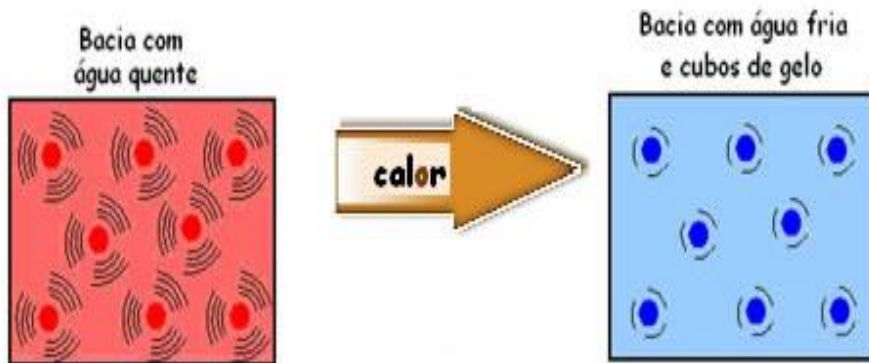


Expansão isotérmica reversível de um gás ideal

$$w_{\text{rev}} = -\int P \cdot dV = -\int \frac{nRT}{V} dV = -nRT \int \frac{dV}{V}$$

Propriedades físicas fundamentais:

Calor: quantidade que escoia através da fronteira de um sistema durante uma mudança de estado, em virtude de uma diferença de temperatura entre sistema e vizinhança



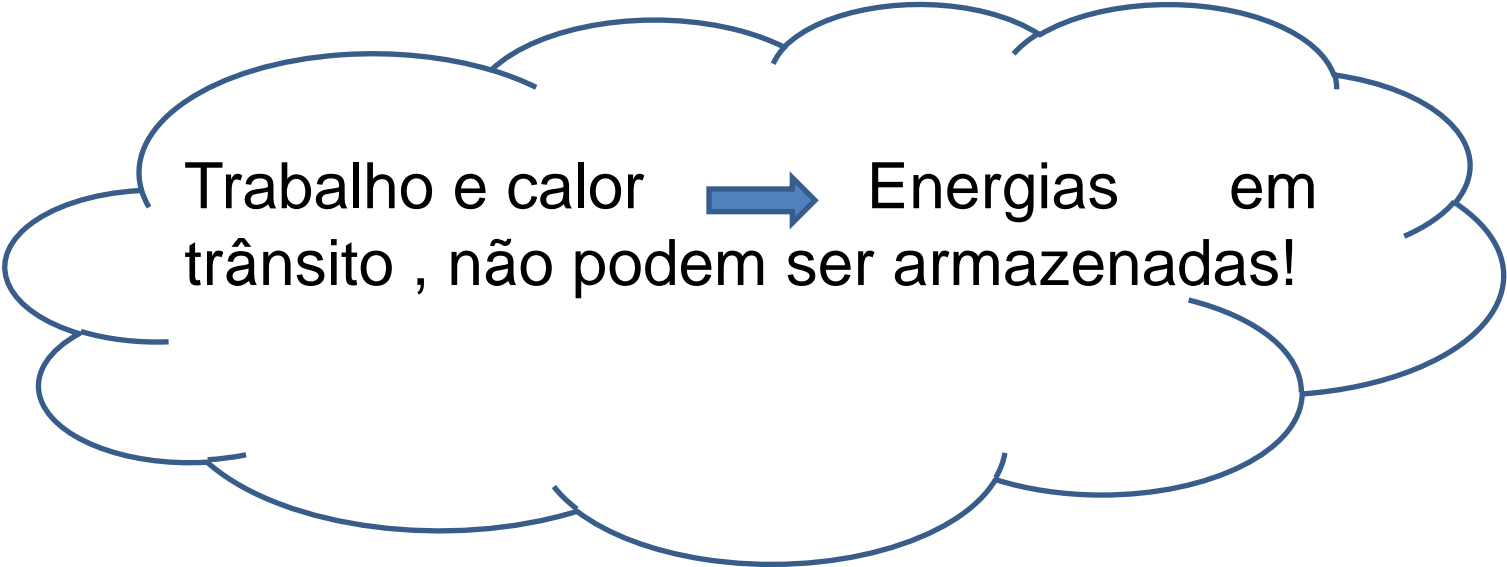
Escoa de um ponto de temperatura mais alta para um ponto de temperatura mais baixa

Calor entra no sistema: $q +$
Sistema perde calor: $q -$

Calor x Trabalho

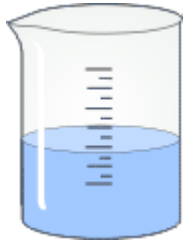
Calor = transferência caótica de energia via movimento molecular (térmico).

Trabalho = transfere energia de maneira “organizada”, segundo uma certa direção.

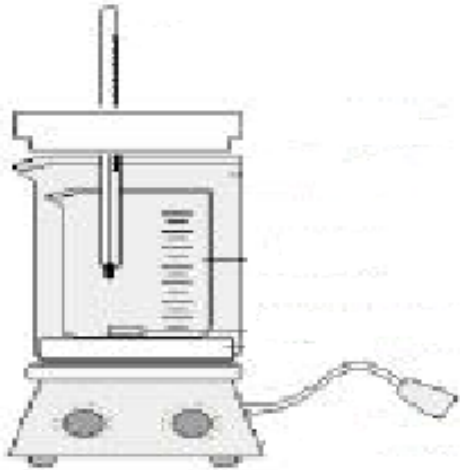


Trabalho e calor → Energias em
trânsito , não podem ser armazenadas!

Experimento 1:

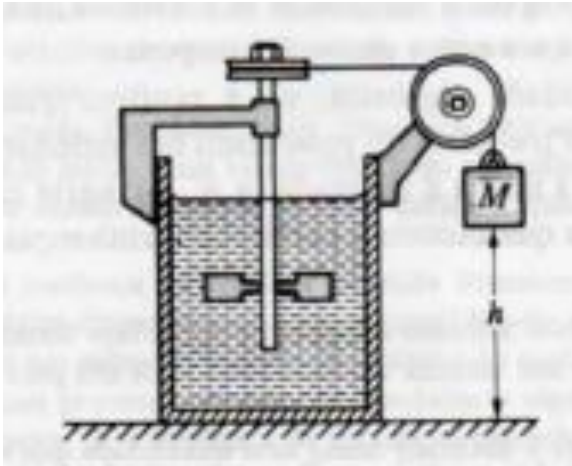


Sistema consistindo de 10g de água.
Estado inicial $p=1\text{atm}$ e $t= 25^{\circ}\text{C}$



Sistema imerso em 100g de água a
temperatura de 90°C até que a
temperatura caia para 89°C
Estado final $p=1\text{atm}$ e $t= 35^{\circ}\text{C}$

Experimento 2:



Mesmo sistema de 10g de água
 $p=1\text{atm}$ e $t= 25^{\circ}\text{C}$.

Introduzimos a pá de agitador
movida por uma massa que cai.
Estado final $p=1\text{atm}$ e $t= 35^{\circ}\text{C}$

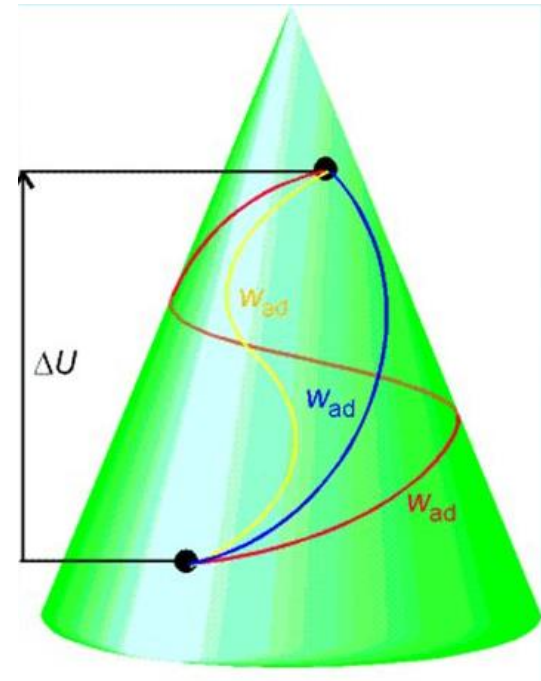
2 experimentos diferentes
mesma mudança de estado

Calor e trabalho: função que depende do caminho


Função de estado e variável de processo

- **Funções de estado:** Dependem apenas do estado do sistema e independem do caminho que leva o sistema de um estado termodinâmico A ao seu estado B.

- **Variáveis de processo:** Elas dependem do caminho em que o sistema passa do estado A para o estado B.



- As diferenciais dq e dw são diferenciais inexatas. Significa que seus valores integrados w e q são dependentes do caminho.


$$\int dw = w \qquad \int dq = q$$
$$\Delta w = w_2 - w_1$$

Não tem significado

Calor e trabalho aparecem **durante uma mudança** de estado, não são propriedades de estado

Exemplos

- 1) Um gás não ideal é aquecido lentamente e se expande reversivelmente a uma pressão constante de 275 torr de um volume de 385cm^3 para 875cm^3 . Determine w em joules. $w=-17,96\text{J}$
- 2) Calcule o trabalho realizado quando 1,0mol de Ar confinado num cilindro de 1,0L a 25°C expande-se isotérmica e reversivelmente até o volume de 2,0L. $w=-1,7\text{KJ}$
- 3) Uma amostra de 4,5g de metano gasoso ocupa o volume de $12,7\text{dm}^3$ a 310K. (a) Calcule o trabalho feito quando o gás se expande isotermicamente contra uma pressão externa constante de 200torr até o seu volume aumentar de $3,3\text{dm}^3$ $w=-86,93\text{J}$ (b) Calcule o trabalho realizado se a mesma expansão fosse feita reversivelmente $w=-167,45\text{J}$
- 4) Na compressão isotérmica reversível de 52mmols de um gás perfeito a 260K, o volume do gás se reduz a um terço do volume inicial. Calcule w no processo $w=123,5\text{J}$
- 5) Calcule o trabalho para cada um dos seguintes processos começando com uma amostra de gás ideal a $T=305\text{K}$, $P=1,79\text{atm}$ e $V=4,29\text{L}$. Processo I: expansão contra uma pressão externa constante de 1,0 atm até um volume final de 7,65L; Processo II: expansão reversível isotérmica de 1 mol de gás até uma pressão final de 1,18 atm.
- 6) Um gás na câmara de um pistão mantido em um banho a temperatura constante de 25°C expande reversivelmente de 25mL para 75mL muito lentamente. Se há 0,001mol do gás ideal na câmara, calcule o trabalho realizado pelo sistema. $w= -2,72\text{J}$