

Primeira Lei da Termodinâmica

Flaviano Williams Fernandes

Instituto Federal do Paraná
Campus Irati

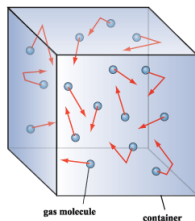
7 de Novembro de 2020

Sumário

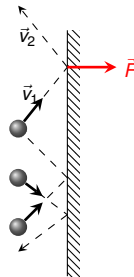
- 1 Trabalho na termodinâmica
- 2 A primeira Lei da Termodinâmica
- 3 Aplicações da Primeira Lei da Termodinâmica
- 4 Apêndice

Comportamento das moléculas em uma câmara fechada

As moléculas de um gás colidem várias vezes com as paredes do recipiente, e a cada colisão as moléculas exercem uma força \vec{F} nas paredes e também no pistão.



Recipiente contendo gás ideal.



Moléculas colidindo com as paredes do recipiente.

Trabalho realizado por um gás

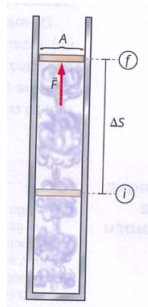
A força que o gás exerce no pistão realiza um trabalho τ sobre ele, deslocando-o para cima por uma distância ΔS , segundo a relação

$$\tau = F \cdot \Delta S.$$

Mas $F = pA$, sendo A a área do pistão, portanto

$$\tau = p \overbrace{A \Delta S}^{\Delta V},$$

$$\tau = p \Delta V.$$

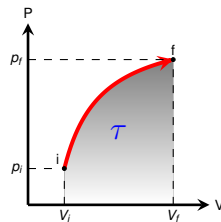


Aumento ΔV do volume do câmara devido ao trabalho τ realizado pelo gás.

Diagrama pressão versus volume

Se a pressão e o volume podem variar durante uma transformação termodinâmica, podemos representar essa transformação que ocorre do estado i para o estado f em um diagrama pressão versus volume.

Na mecânica determinamos o trabalho realizado por uma força sabendo a **área abaixo da curva**. Podemos proceder da mesma maneira para calcular o trabalho associado a um gás num gráfico pressão x volume.

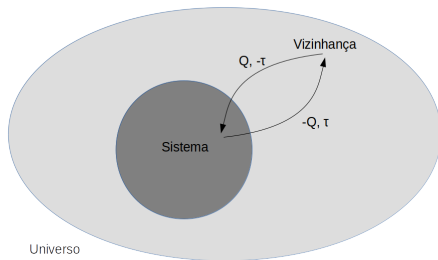


Trabalho realizado de i até f .

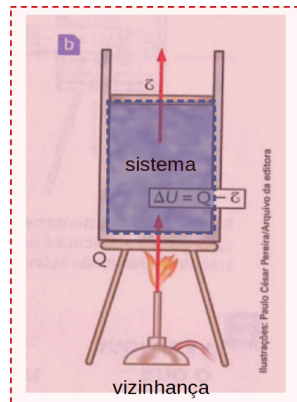
Corollary

O trabalho τ de um gás no diagrama pressão versus volume é a área da figura abaixo da curva (positivo ou negativo dependendo do sentido da transformação).

O que são sistema, vizinhança e universo?



Representação de sistema, vizinhança e universo



Exemplo de sistema e vizinhança.

Convenção de sinais de calor e trabalho na termodinâmica

Convenção de sinais do calor

Se o sistema recebe calor da vizinhança então Q é positivo.

Se o sistema cede calor para a vizinhança então Q é negativo.

Convenção de sinais do trabalho

Se o trabalho está sendo realizado sobre o sistema então τ é negativo.

Se o sistema realiza trabalho sobre a vizinhança então τ é positivo.

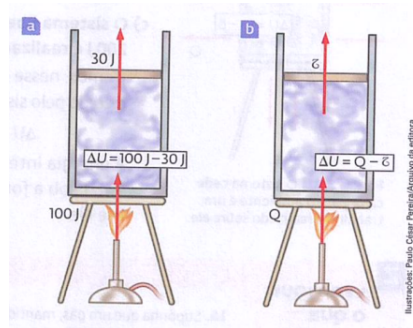
Primeira Lei da Termodinâmica e a Lei da conservação da energia

Quando um sistema vai de um estado i para o estado f e troca energia com a vizinhança, a sua energia interna aumenta ou diminui e a sua variação é dado por

$$\Delta U = U_f - U_i = Q.$$

Se ele ao mesmo tempo realizar trabalho τ , ou trabalho for feito sobre ele, a quantidade de energia interna que ele recebe ou cede é dado por

$$\Delta U = Q - \tau.$$



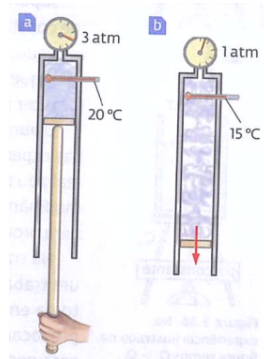
Exemplo de aplicação da primeira Lei da Termodinâmica.

Transformação adiabática

Na transformação adiabática **o sistema não troca calor com a vizinhança**, portanto $Q = 0$. A variação da energia interna do gás é dado por

$$\Delta U = Q - \tau,$$

$$\Delta U = -\tau.$$



Exemplo de transformação adiabática.

Transformação isotérmica

Na transformação isotérmica, a temperatura do sistema não muda e **a energia de um gás depende somente da temperatura T** , ou seja,

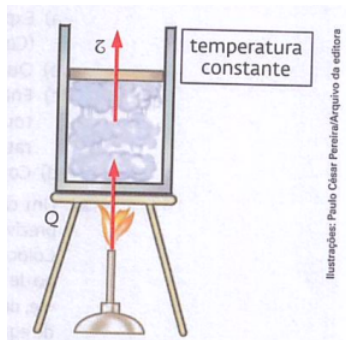
$$U(T) = \frac{3}{2} N k_B T,$$

portanto $\Delta U = 0$. Pela Primeira Lei da Termodinâmica temos

$$Q - \tau = \Delta U,$$

$$Q - \tau = 0,$$

$$Q = \tau.$$



Exemplo de transformação isotérmica.

Transformação isovolumétrica

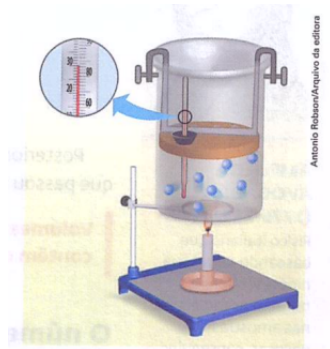
Na transformação isovolumétrica (ou isocórica), o volume do sistema não muda, portanto

$$\Delta V = 0.$$

Mas o trabalho associado a um gás é igual a $p\Delta V$, portanto $\tau = 0$. Pela Primeira Lei da Termodinâmica temos

$$\Delta U = Q - \overset{0}{\tau},$$

$$\boxed{\Delta U = Q.}$$



Exemplo de transformação isocórica.

Transformar um número em notação científica

Corollary

Passo 1: Escrever o número incluindo a vírgula.

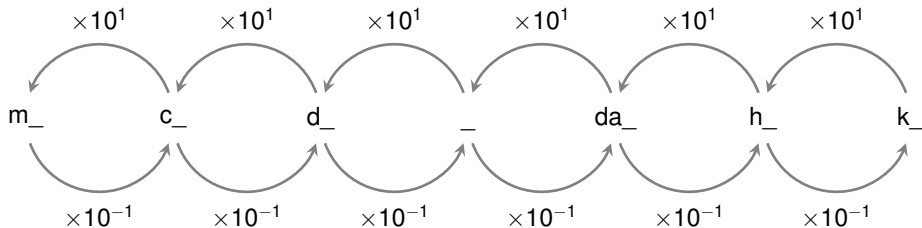
Passo 2: Andar com a vírgula até que reste somente um número diferente de zero no lado esquerdo.

Passo 3: Colocar no expoente da potência de 10 o número de casas decimais que tivemos que "andar" com a vírgula. Se ao andar com a vírgula o valor do número diminuiu, o expoente ficará positivo, se aumentou o expoente ficará negativo.

Exemplo

$$6\,590\,000\,000\,000\,000,0 = 6,59 \times 10^{15}$$

Conversão de unidades em uma dimensão

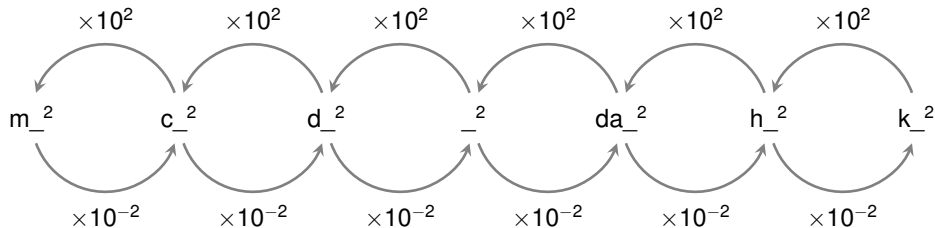


$$1 \text{ mm} = 1 \times 10^{(-1) \times 2} \text{ dm} \rightarrow 1 \times 10^{-2} \text{ dm}$$

$$2,5 \text{ kg} = 2,5 \times 10^{(1) \times 6} \text{ mg} \rightarrow 2,5 \times 10^6 \text{ mg}$$

$$10 \text{ ms} = 10 \times 10^{(-1) \times 3} \text{ s} \rightarrow 10 \times 10^{-3} \text{ s}$$

Conversão de unidades em duas dimensões

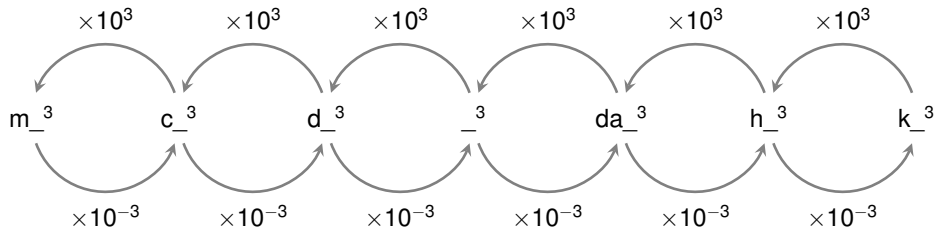


$$1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{(-2) \times 2} \text{ dm}^2 \rightarrow 1 \times 10^{-4} \text{ dm}^2$$

$$2,5 \text{ m}^2 = 2,5 \times 10^{(2) \times 3} \text{ mm}^2 \rightarrow 2,5 \times 10^6 \text{ mm}^2$$

$$10 \text{ ms}^2 = 10 \times 10^{(-2) \times 3} \text{ s}^2 \rightarrow 10 \times 10^{-6} \text{ s}^2$$

Conversão de unidades em três dimensões



$$1 \text{ mm}^3 = 1 \times 10^{(-3) \times 2} \text{ dm}^3 \rightarrow 1 \times 10^{-6} \text{ dm}^3$$

$$2,5 \text{ m}^3 = 2,5 \times 10^{(3) \times 3} \text{ mm}^3 \rightarrow 2,5 \times 10^9 \text{ mm}^3$$

$$2,5 \text{ km}^3 = 2,5 \times 10^{(3) \times 6} \text{ mm}^3 \rightarrow 2,5 \times 10^{18} \text{ mm}^3$$

Alfabeto grego

Alfa	A	α	Ni	N	ν
Beta	B	β	Csi	Ξ	ξ
Gama	Γ	γ	ômicon	O	o
Delta	Δ	δ	Pi	Π	π
Epsílon	E	ϵ, ε	Rô	P	ρ
Zeta	Z	ζ	Sigma	Σ	σ
Eta	H	η	Tau	T	τ
Teta	Θ	θ	Ípsilon	Υ	v
Iota	I	ι	Fi	Φ	ϕ, φ
Capa	K	κ	Qui	X	χ
Lambda	Λ	λ	Psi	Ψ	ψ
Mi	M	μ	Ômega	Ω	ω

Referências e observações¹

 A. Máximo, B. Alvarenga, C. Guimarães, Física. Contexto e aplicações, v.2, 2.ed., São Paulo, Scipione (2016)

Esta apresentação está disponível para download no endereço
<https://flavianowilliams.github.io/education>

¹Este material está sujeito a modificações. Recomenda-se acompanhamento permanente.