

FÍSICA

com Rogério Andrade

Termodinâmica I





TERMODINÂMICA I

A **termodinâmica** é o ramo da Física que estuda as relações entre **calor, trabalho e energia**, bem como as transformações que ocorrem nos sistemas físicos em virtude dessas interações. Ela se dedica especialmente à compreensão de como dois tipos principais de energia se relacionam:

- ◆ **Energia térmica** (associada à agitação das partículas de um corpo)
- ◆ **Energia mecânica** (relacionada ao movimento ou à posição de um sistema)

Quando um sistema troca **calor** com o ambiente ou realiza **trabalho** sobre ele (ou recebe trabalho), seu estado energético pode se alterar. A Termodinâmica fornece as ferramentas e as leis que permitem prever e compreender essas transformações.

ENERGIA INTERNA

A **energia interna** de um gás é a soma das energias cinéticas associadas ao movimento de suas partículas. No caso de um **gás perfeito**, a energia interna depende **exclusivamente da temperatura** do sistema, como estabelecido na **Lei de Joule**.

LEI DE JOULE

De acordo com essa lei experimental: **A energia interna de um gás perfeito é função apenas da temperatura**. Ou seja, se a temperatura do gás permanece constante, sua energia interna também não se altera — **independentemente** de variações de volume ou pressão.

Para um gás ideal monoatômico, a energia interna U é dada por:

$$U = \frac{3}{2} n \cdot R \cdot T$$

Onde:

U = energia interna (em joules)

n = número de mols do gás

R = constante universal dos gases

T = temperatura absoluta (em kelvin)

Essa fórmula pode mudar levemente para gases **diatônicos ou poliatônicos**, nos quais há mais graus de liberdade (translação, rotação, vibração).

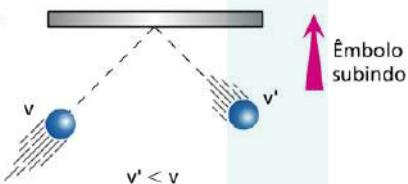

CÁLCULOS E NOTAS

TRABALHO REALIZADO PELO GÁS

Quando um gás sofre uma **expansão**, ele pode realizar trabalho sobre o meio externo — por exemplo, sobre o **êmbolo móvel de uma seringa ou cilindro**. Esse trabalho está associado à **força exercida pelas moléculas do gás** ao empurrarem o êmbolo, deslocando-o para cima.

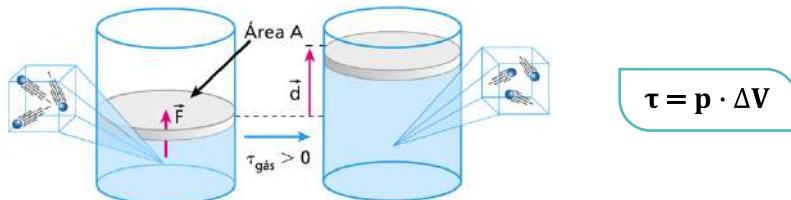
Situação: Gás se expandindo

Imagine um êmbolo com área A, sendo empurrado por um gás confinado. O gás exerce uma **força F** sobre o êmbolo e o desloca em uma distância d, como representado na figura.



Durante a expansão:

Moléculas do gás colidem com o êmbolo e **perdem parte de sua energia cinética**. Essa energia é **transferida ao êmbolo** na forma de trabalho mecânico. Como resultado, o êmbolo sobe, e sua **energia potencial gravitacional aumenta**. Assim, dizemos que “**o gás realiza trabalho**”, pois ele fornece energia ao ambiente.

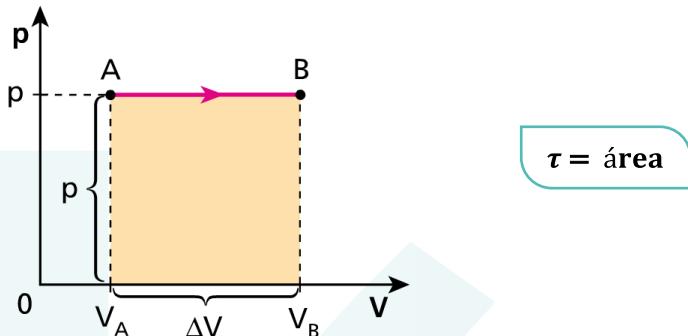


Observação

- * Na expansão ($\Delta V > 0$), o trabalho é positivo, dizemos que o gás realizou trabalho.
- * Na compressão ($\Delta V < 0$), o trabalho é negativo, dizemos que o trabalho foi realizado sobre o gás.

GRÁFICO P X V

No gráfico P × V, a **área sob a curva entre dois volumes V_A e V_B** corresponde numericamente ao **trabalho** realizado pelo gás durante a transformação. Essa é uma propriedade **gráfica essencial** e muito utilizada em análises termodinâmicas.



CALOR

O **calor** é uma forma de energia em trânsito entre um sistema e seu meio externo, provocada por uma **diferença de temperatura**. Ele **não é uma substância**, nem está contido no corpo — apenas é **transferido** de um corpo para outro.

No contexto dos gases, adota-se a seguinte convenção de sinais:

- * **Calor recebido pelo sistema → positivo**
- * **Calor cedido pelo sistema → negativo**



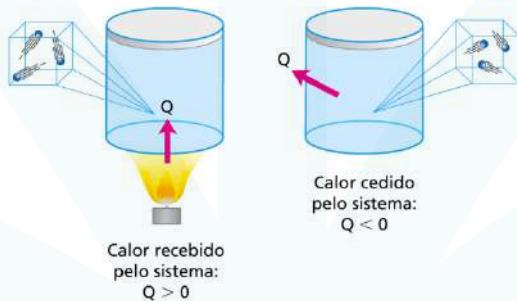
CÁLCULOS E NOTAS

CALOR E TRABALHO: FORMAS DE TROCA DE ENERGIA

Um sistema gasoso pode trocar energia com o meio externo de duas maneiras:

Pelo calor Q → devido à diferença de temperatura.

Pelo trabalho τ → devido à variação de volume.



1ª LEI DA TERMODINÂMICA

A **1ª Lei da Termodinâmica** é um princípio fundamental que relaciona as trocas de **calor e trabalho** com a **variação da energia interna** de um sistema.

Enunciado:

Em qualquer transformação termodinâmica, a variação da **energia interna** de um sistema é igual à diferença entre o **calor fornecido ao sistema** e o **trabalho por ele realizado**.

$$\Delta U = Q - \tau_{gás}$$

TRANSFORMAÇÕES TERMODINÂMICAS PARTICULARES

1ª) TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA

❖ Temperatura constante $\Rightarrow \Delta U = 0$

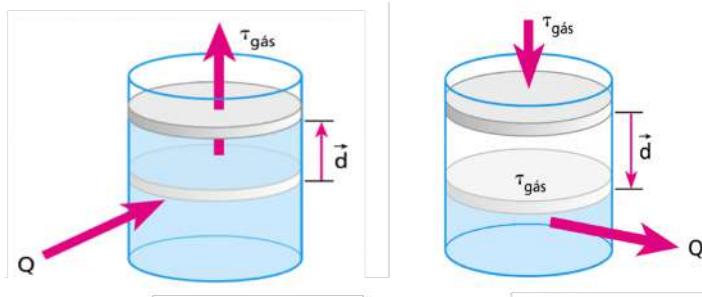
Nas **transformações isotérmicas**, a **temperatura do gás permanece constante** durante todo o processo. Por definição, a **energia interna** de um gás ideal depende exclusivamente da temperatura. Portanto, se a temperatura **não varia**, a variação da energia interna é **nula**.

❖ Consequências

Pela **1ª Lei da Termodinâmica**:

$$\begin{aligned} \Delta U &= Q - \tau_{gás} \\ 0 &= Q - \tau_{gás} \\ Q &= \tau_{gás} \end{aligned}$$

Isso significa que **todo o calor trocado com o meio externo é transformado em trabalho**.



Importante lembrar:

Embora a **temperatura permaneça constante**, o **gás ainda pode trocar calor com o ambiente**.

CÁLCULOS E NOTAS

O **trabalho realizado** depende da variação de volume:

Expansão: o gás realiza trabalho (calor é absorvido).

Compressão: o trabalho é realizado sobre o gás (calor é cedido).

2^a) TRANSFORMAÇÃO ISOMÉTRICA (ou ISOCÓRICA)

◆ Volume constante $\Rightarrow \tau = 0$

Em uma **transformação isométrica**, o **volume do gás permanece constante** durante todo o processo. Como não há variação de volume, o gás **não realiza trabalho**.

◆ Consequências

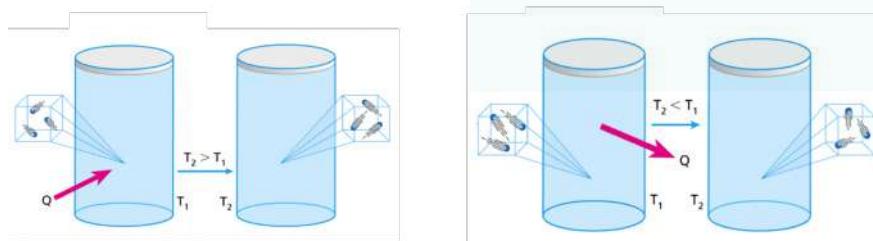
Pela **1^a Lei da Termodinâmica**:

$$\Delta U = Q - \tau_{gás}$$

$$\Delta U = Q - 0$$

$$Q = \Delta U$$

✓ Isso significa que **todo o calor trocado com o meio externo provoca variação da energia interna do gás**.



Importante lembrar:

- * A temperatura do gás **pode variar**, já que há variação da energia interna.
- * Como o volume **não muda**, o gás **não realiza trabalho**, mesmo que o calor seja absorvido ou cedido.
- * A energia trocada com o meio externo **acontece exclusivamente na forma de calor**.

3^a) TRANSFORMAÇÃO ISOBÁRICA

◆ Pressão constante $\Rightarrow p=\text{constante}$

Na **transformação isobárica**, o gás sofre variação de volume mantendo a **pressão constante** durante toda a transformação.

◆ Trabalho realizado

Como o volume varia, o gás **realiza trabalho ou recebe trabalho**, dependendo da expansão ou compressão:

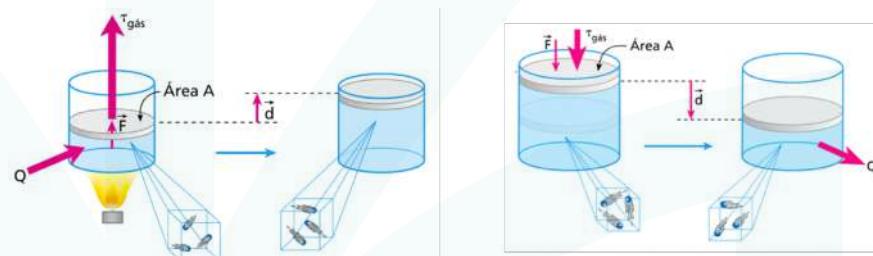
Se $\Delta V > 0$: o gás **se expande** $\Rightarrow \tau > 0 \Rightarrow$ o gás **realiza trabalho**.

Se $\Delta V < 0$: o gás **é comprimido** $\Rightarrow \tau < 0 \Rightarrow$ o trabalho é **realizado sobre o gás**.

◆ Primeira Lei da Termodinâmica

$$\Delta U = Q - \tau_{gás}$$

Como há trabalho e calor trocados, a energia interna do gás **pode aumentar ou diminuir**, dependendo dos valores de Q e τ .



CÁLCULOS E NOTAS

Observações importantes

- A **temperatura varia** nessa transformação, já que há variação de volume e pressão constante.

- É comum essa transformação ocorrer em sistemas com êmbolos móveis, como pistões e seringas.

4º) TRANSFORMAÇÃO ADIABÁTICA

◆ Na **transformação adiabática**, não há troca de calor entre o sistema e o meio externo. Isso significa que $Q = 0$.

Logo, toda a energia envolvida na transformação ocorre **exclusivamente por meio de trabalho mecânico** realizado **pelo ou sobre** o gás.

◆ Primeira Lei da Termodinâmica

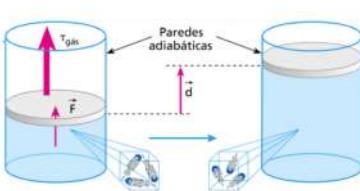
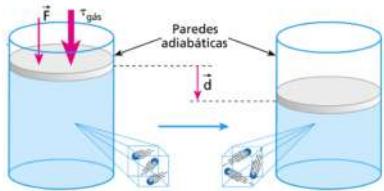
$$\Delta U = Q - \tau_{gás}$$

$$\Delta U = 0 - \tau_{gás}$$

$$\Delta U = -\tau_{gás}$$

Se o gás **realiza trabalho** (expansão), sua **energia interna diminui** ⇒ temperatura **cai**.

Se o trabalho é **realizado sobre o gás** (compressão), sua **energia interna aumenta** ⇒ temperatura **sobe**.



◆ Características da Transformação Adiabática

- O sistema está **termicamente isolado**.

- **Rápidas compressões** ou **expansões** costumam ser adiabáticas, pois não há tempo para troca de calor.

- A **temperatura varia** mesmo **sem troca de calor**, pois há variação de energia interna.

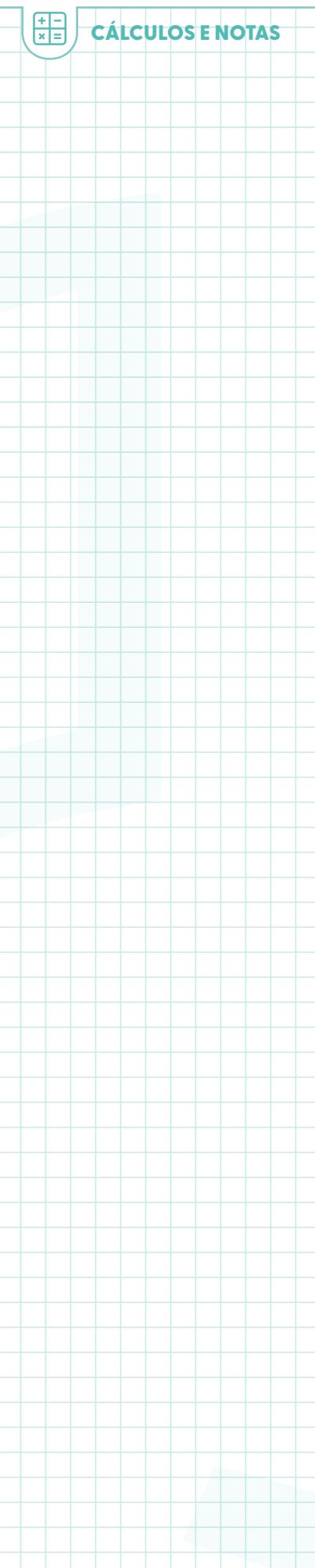


REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Escaneie o QRcode ao lado para ter acesso as referências bibliográficas



ANOTAÇÕES





Estamos juntos nessa!



CURSO
FERNANDA PESSOA
ONLINE

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS.