

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 **diatômicos ou poliatômicos**, nos quais há mais graus de liberdade (translação, rotação, vibração).

CÁLCULOS E NOTAS

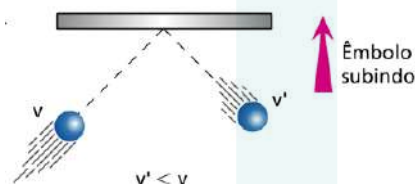


TRABALHO REALIZADO PELO GÁS

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.

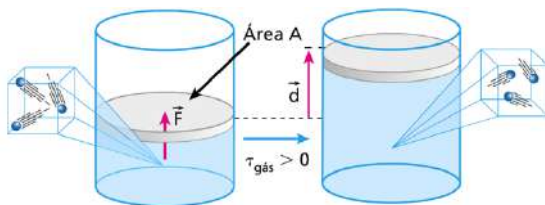
Situação: Gás se expandindo

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.



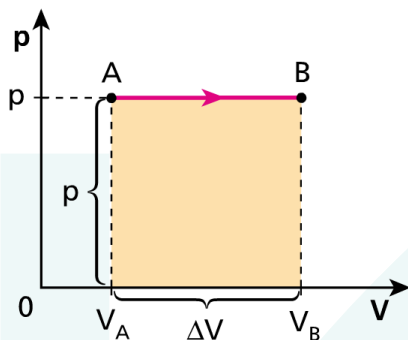
$$\tau = p \cdot \Delta V$$

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 $P \times V$

No gráfico $P \times V$, 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.



$$\tau = \text{área}$$

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**



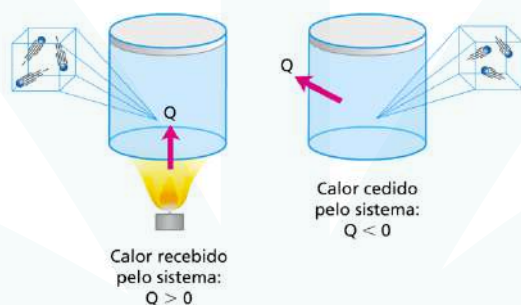
CÁLCULOS E NOTAS

CALOR E TRABALHO: FORMAS DE TROCA DE ENERGIA

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

Pelo calor $Q \rightarrow$ devido à diferença de temperatura.

Pelo trabalho $\tau \rightarrow$ 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**.

$$\Delta U = Q - \tau_{\text{gás}}$$

TRANSFORMAÇÕES TERMODINÂMICAS PARTICULARES

1ª) TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA

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

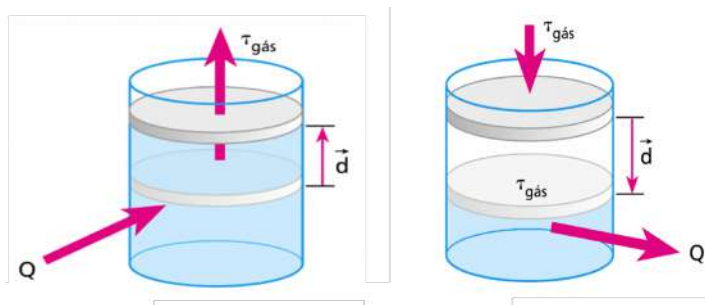
Nas **transformações isotérmicas**, a **temperatura do gás permanece constante** durante todo o processo. Por definição, a **energia interna** de um gás ideal depende exclusivamente da temperatura. Portanto, se a temperatura **não varia**, a variação da energia interna é **nula**.

◆ Consequências

Pela **1ª Lei da Termodinâmica**:

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

✓ 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).

2ª) TRANSFORMAÇÃO ISOMÉTRICA (ou ISOCÓRICA)

◇ Volume constante $\Rightarrow \tau = 0$

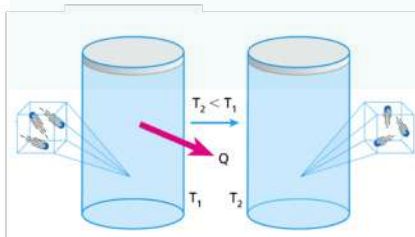
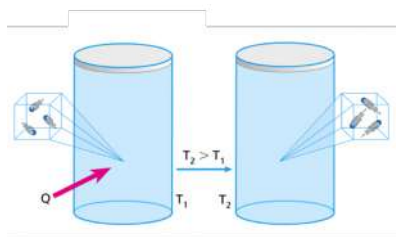
Em uma **transformação isométrica**, o **volume do gás permanece constante** durante todo o processo. Como não há variação de volume, o gás **não realiza trabalho**.

◇ Consequências

Pela **1ª Lei da Termodinâmica**:

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

☑ Isso significa que **tudo 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**.

3ª) 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:

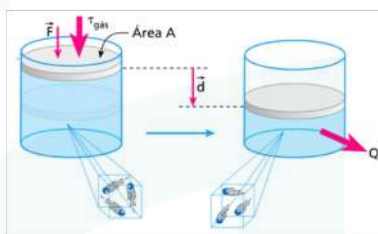
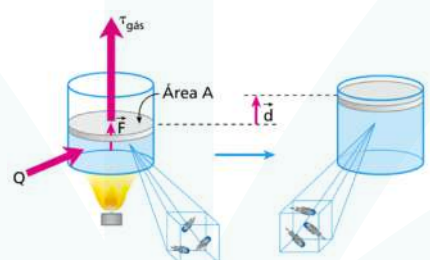
Se $\Delta V > 0$: o gás **se expande** $\Rightarrow \tau > 0 \Rightarrow$ o gás **realiza trabalho**.

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

◇ Primeira Lei da Termodinâmica

$$\Delta U = Q - \tau_{\text{gás}}$$

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.

4ª) 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

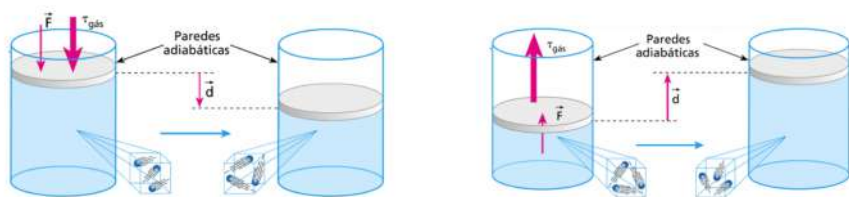
$$\Delta U = Q - \tau_{\text{gás}}$$

$$\Delta U = 0 - \tau_{\text{gás}}$$

$$\Delta U = -\tau_{\text{gás}}$$

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

Se o trabalho é **realizado sobre o gás** (compressão), sua **energia interna aumenta** \Rightarrow 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



CÁLCULOS E NOTAS

Estamos juntos nessa!



C U R S O
FERNANDA PESSOA
ONLINE

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS.