

TERMOLOGIA

Professor Antonio Marcos

Termometria



- **Conceitos básicos:**
- **Temperatura** – É a medida do grau de agitação das partículas de um corpo.
- **Energia térmica** – É a energia cinética das partículas que constituem o corpo, nos gases é chamada de energia interna.
- **Calor** – É a energia térmica em trânsito entre dois ou mais corpos de diferentes temperaturas.



Equilíbrio térmico

O Calor flui naturalmente do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura

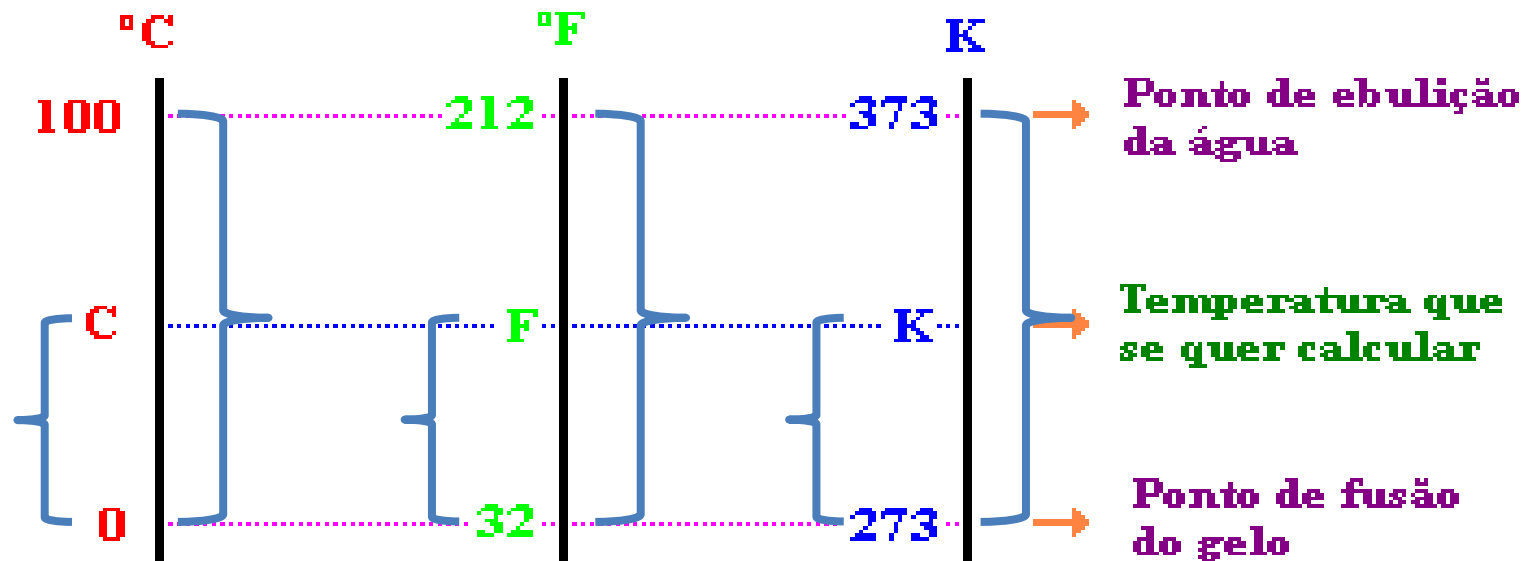


Após as trocas de calor os corpos tendem a estabelecer as mesmas temperaturas.



Note que a temperatura de equilíbrio não deve ser necessariamente a média das temperaturas iniciais.

Escalas termométricas



$$\frac{T_C - 0}{100 - 0} = \frac{T_F - 32}{212 - 32} = \frac{T_K - 273}{373 - 273}$$

$$\frac{T_C - 0}{100} = \frac{T_F - 32}{180} = \frac{T_K - 273}{100}$$

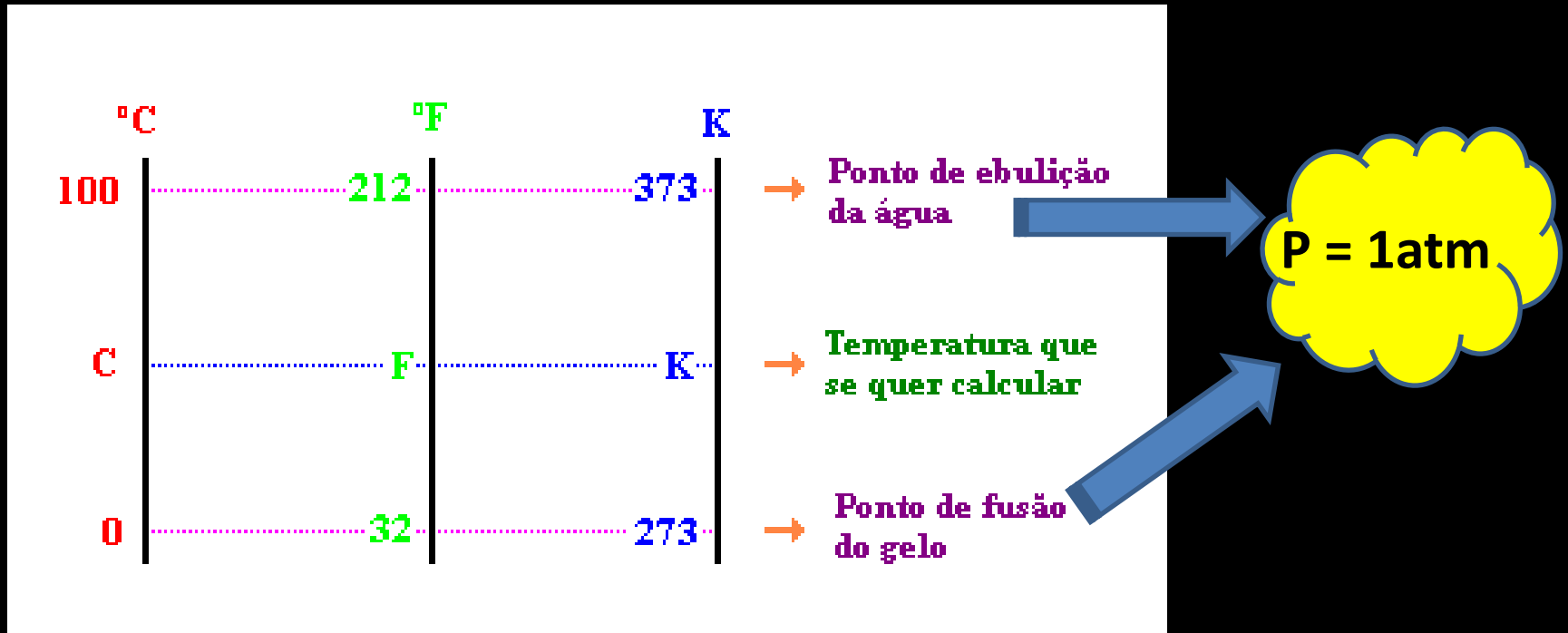
$$\frac{T_C - 0}{\cancel{100}} = \frac{T_F - 32}{\cancel{180}} = \frac{T_K - 273}{\cancel{100}}$$

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273}{5}$$

$$\frac{\Delta T_C}{5} = \frac{\Delta T_F}{9} = \frac{\Delta T_K}{5}$$

$$\Delta T_C = \Delta T_K$$

Escalas termométricas



Equação de conversão das temperaturas

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273}{5}$$

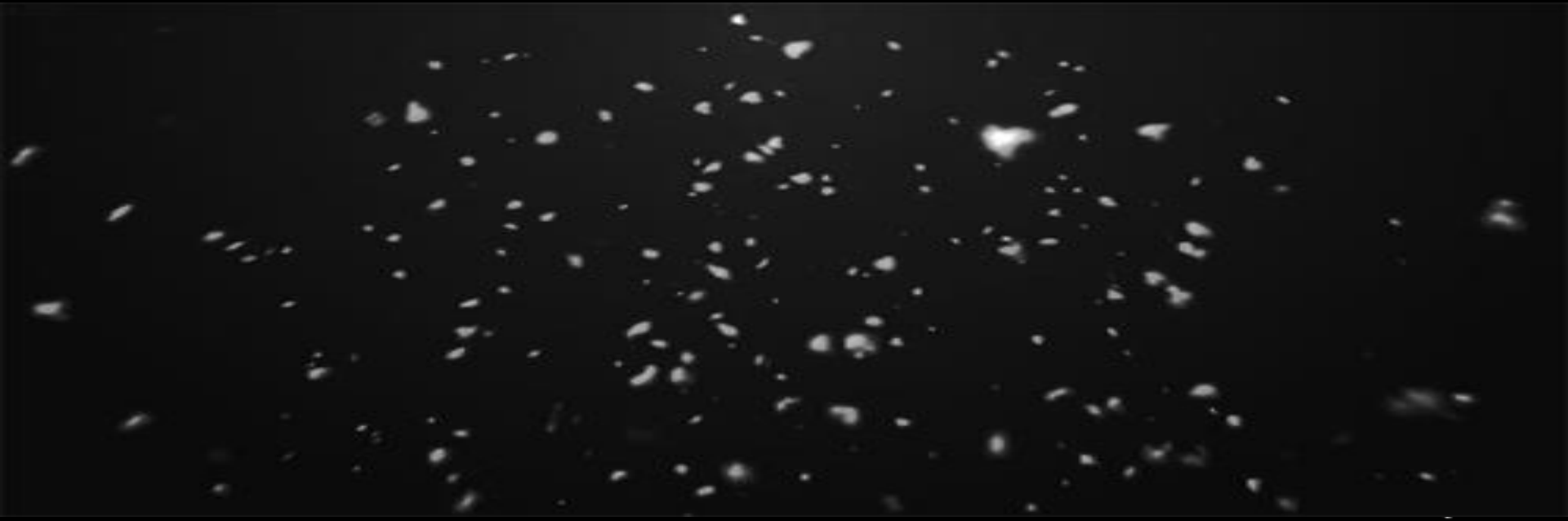
Relação entre as variações de temperatura

$$\frac{\Delta T_C}{5} = \frac{\Delta T_F}{9} = \frac{\Delta T_K}{5}$$

ZERO ABSOLUTO

É a menor temperatura possível a ser atingida em um sistema físico.

$$0K = -273^{\circ}C$$



Dilatação Térmica:

Variação da dimensão de um corpo quando sua temperatura varia.

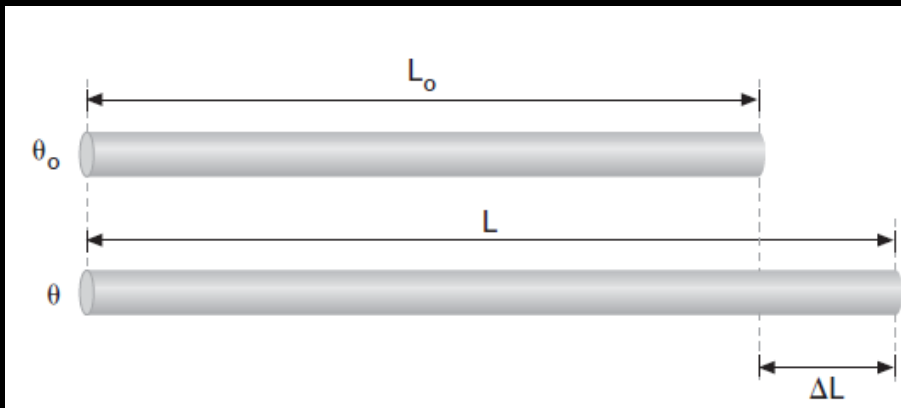
Entre elas temos:

- Dilatação Linear
- Dilatação Superficial
- Dilatação Volumétrica



Dilatação Linear (ΔL)

- É uma variação no **Comprimento (L)** dos corpos.



$$\Delta L = L - L_o$$

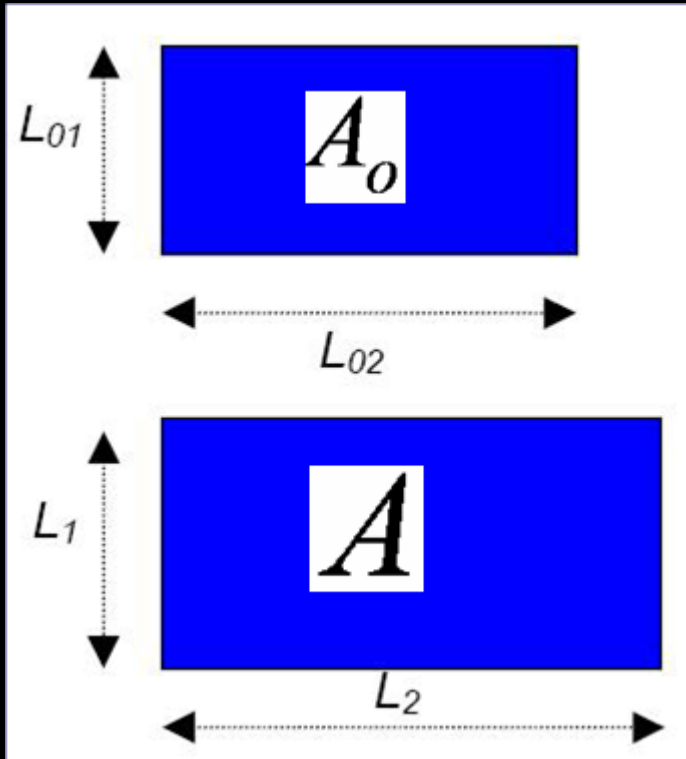
$$\Delta L = L_o \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

$$L = L_o \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta \theta)$$

- ΔL ; $L_o \rightarrow m$
- $\alpha \rightarrow ^\circ C^{-1}$
- $\Delta \theta \rightarrow ^\circ C$

Dilatação Superficial

- É uma variação na **Área(A)** dos corpos.



$$\Delta A = A - A_0$$

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta \theta$$

$$A = A_0 \cdot (1 + \beta \Delta \theta)$$

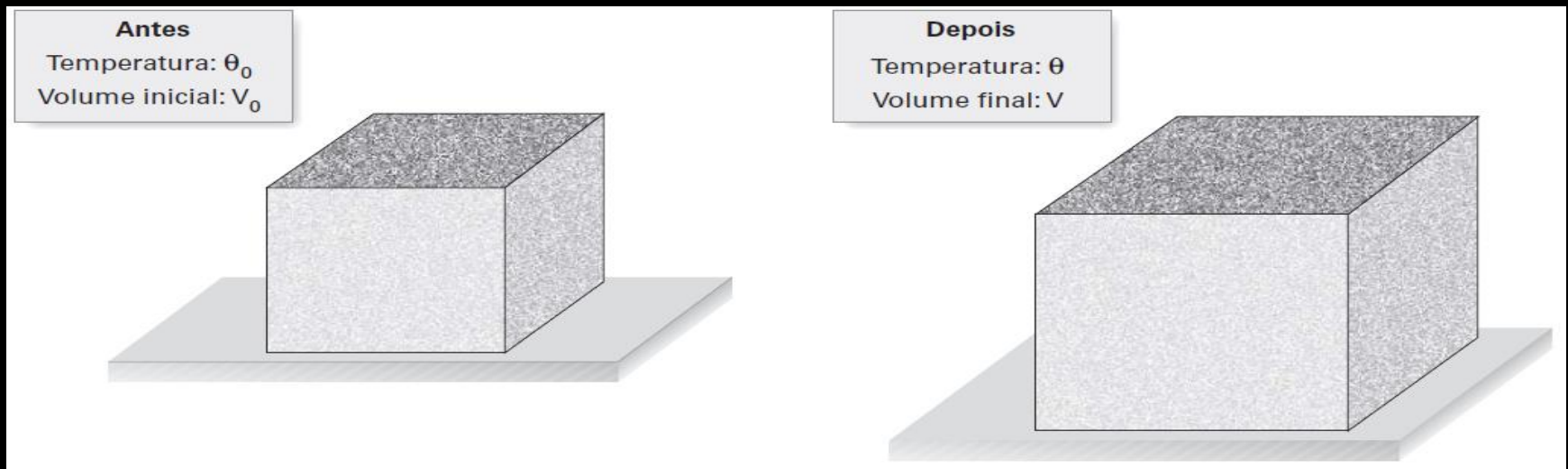
$$\Delta A; A_0 \rightarrow \text{m}^2$$

$$\beta \rightarrow ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta \theta \rightarrow ^\circ\text{C}$$

Dilatação Volumétrica

- É uma variação no **Volume(V)** dos corpos.



$$\Delta V = V - V_0$$

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \theta$$

$$V = V_0(1 + \gamma \cdot \Delta \theta)$$

$$\Delta V; V_0 \rightarrow \text{m}^3$$

$$\gamma \rightarrow ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta \theta \rightarrow ^\circ\text{C}$$

Relação entre Coeficientes de dilatação

A relação é válida apenas para corpos **Isótropos**:

$$\frac{\alpha}{1} = \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma}{3}$$

Daí decorre que :

$\beta=2\alpha$ e que $\gamma = 3\alpha$

FIQUE ATENTO!

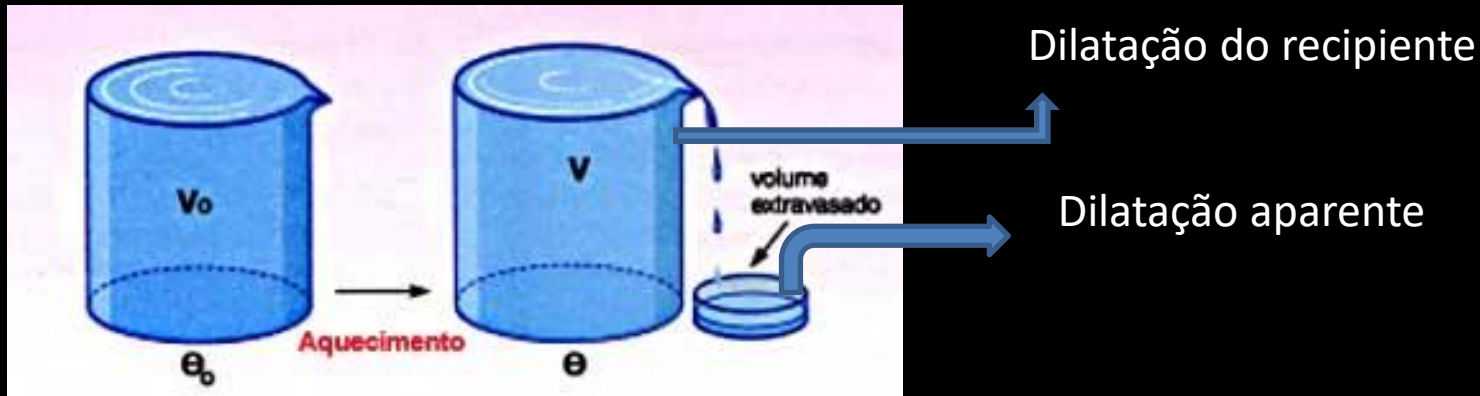
Os espaços entre trilhos de trem e tiras de madeira colocadas em calçadas servem para compensar os efeitos de dilatação.

Ao aquecer uma chapa metálica que possui um orifício, ambos se dilatam na mesma proporção.

Seja um corpo oco ou maciço, ao sofrer aquecimento, a dilatação ocorre na mesma proporção.

Dilatação dos líquidos

- É uma dilatação exclusivamente **volumétrica**

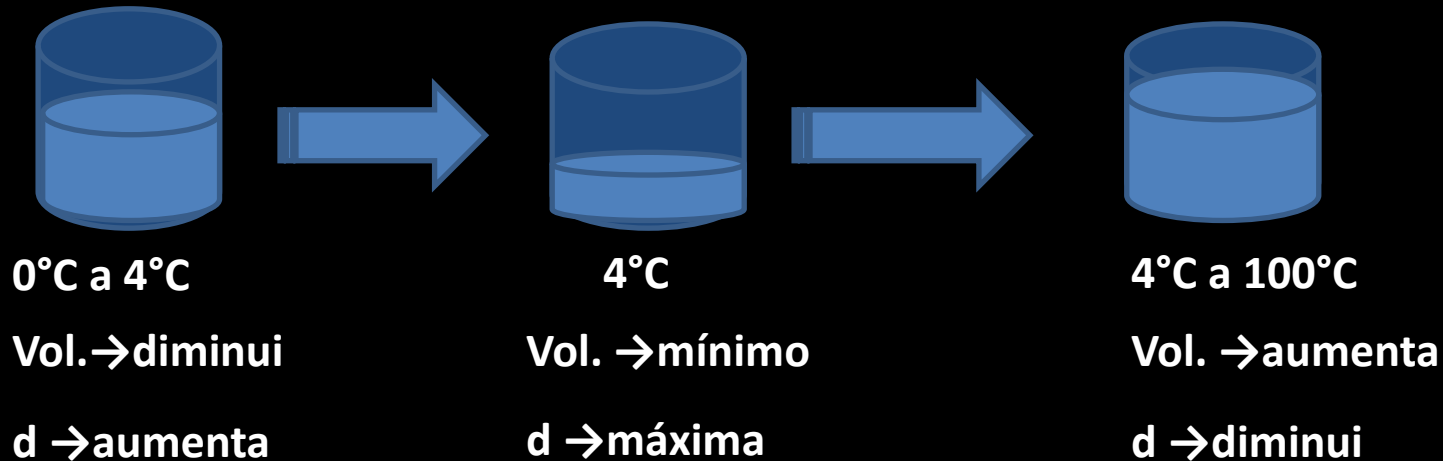


$$\Delta V_{REAL} = \Delta V_{APARENTE} + \Delta V_{RECIPIENTE}$$

$$V_{Real} = V_{aparente} + V_{Recipiente}$$

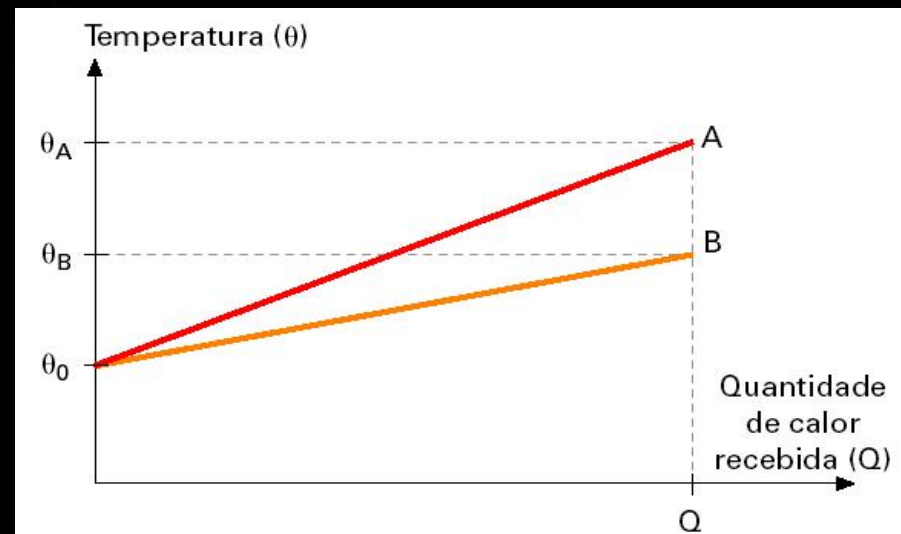
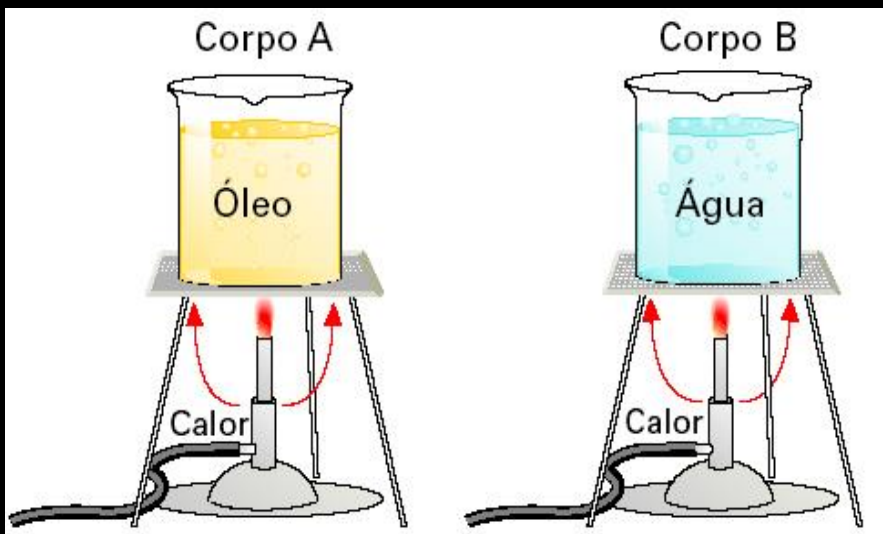
Comportamento anômalo da água

Ao aquecer a água podemos observar que:



Calorimetria

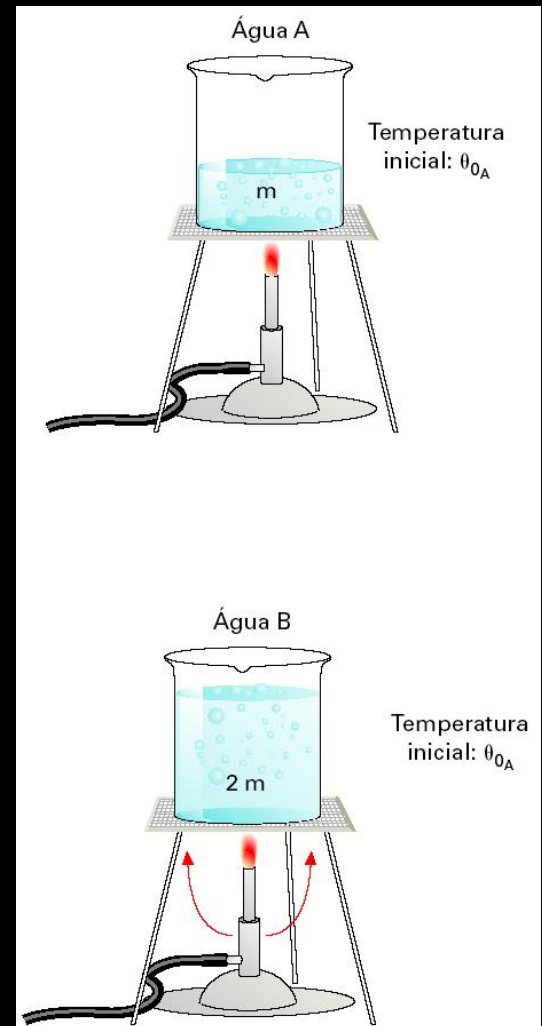
- **Calor Sensível** – Provoca mudança de temperatura no corpo, sem modificar o estado físico.



Calor Sensível

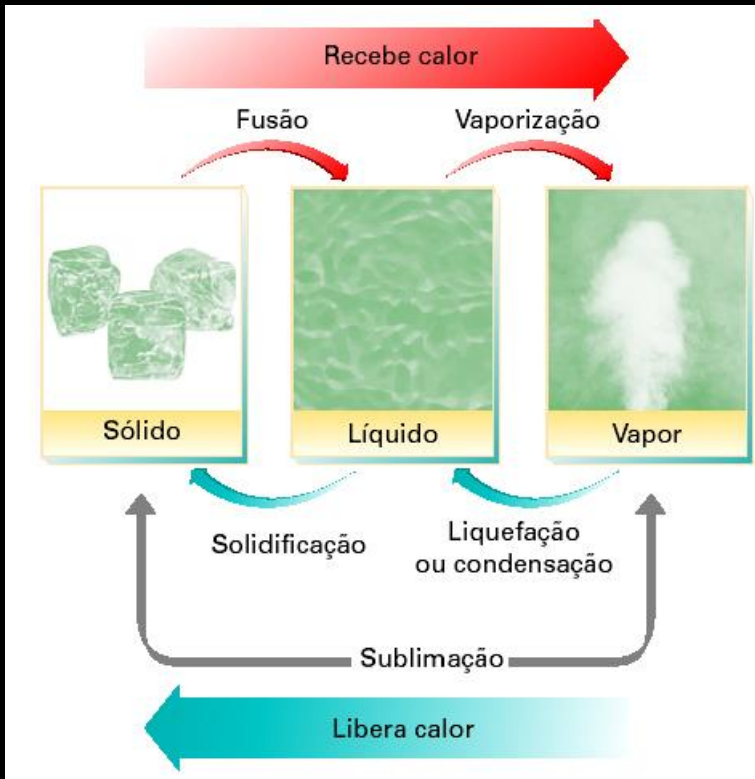
$$Q = m.c.\Delta\theta$$

- $Q \rightarrow$ Quantidade de calor(cal)
- $m \rightarrow$ massa da substância(g)
- $c \rightarrow$ calor específico(cal/g°C)
- $\Delta\theta \rightarrow$ Variação de temperatura(°C)
- $c_{\text{Água}} = 1\text{cal/g}^\circ\text{C}$
- $1\text{cal} \approx 4,18 \text{ joules}$



Calor Latente

- Provoca mudança de estado físico sem modificar a temperatura.



$$Q = m.L$$

Quantidade de calor (Q)

Sensível

Latente

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

Cal

g

°C

Cal/g°C

$$Q = m \cdot L$$

Cal

g

Cal/g

Quantidade de calor (Q);
Massa da substância (m);
Calor específico da substância (c);
Latência ou calor Latente (L).
Variação de temperatura ($\Delta\theta$).

Capacidade térmica (C)

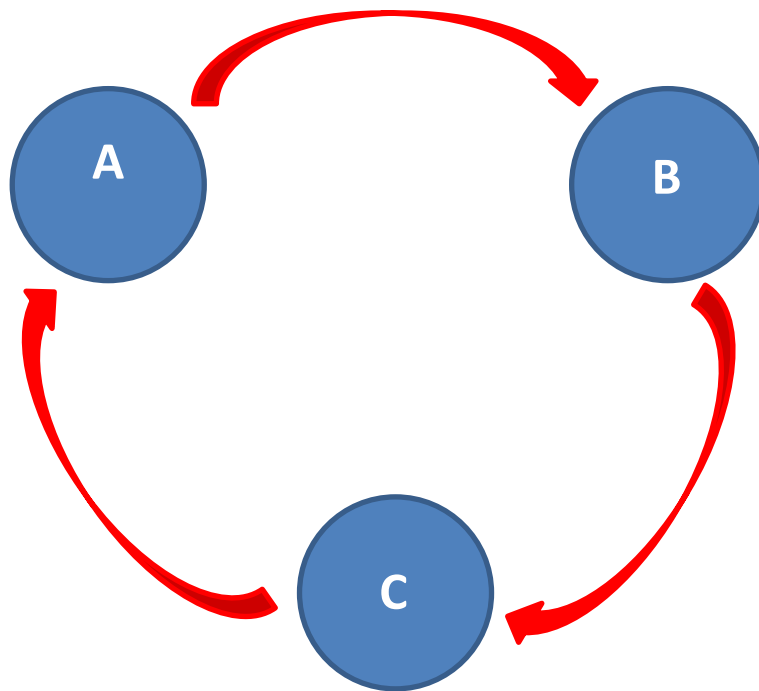
- É a capacidade que um corpo possui de realizar trocas de calor mediante variação de temperatura.

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta} \longrightarrow C = m.c$$

- Sistema Diatérmico é aquele que **permite** as trocas de calor entre os corpos que separa. *Tem capacidade térmica*. Ex.: Vidro, plástico, alumínio, acrílico, etc.
- Sistema adiabático é aquele que **impede** as trocas de calor entre os corpos que separa. *A capacidade térmica é desprezível*. EX.: Isopor, Garrafa térmica, etc.

Princípio Fundamental da calorimetria

Em um sistema termicamente isolado(adiabático), a soma algébrica das quantidades de calor é nula.



$$\theta_{0A} \neq \theta_{0B} \neq \theta_{0C}$$

$$\theta_A = \theta_B = \theta_C$$

Equilíbrio térmico

$$Q_A + Q_B + Q_C = 0$$

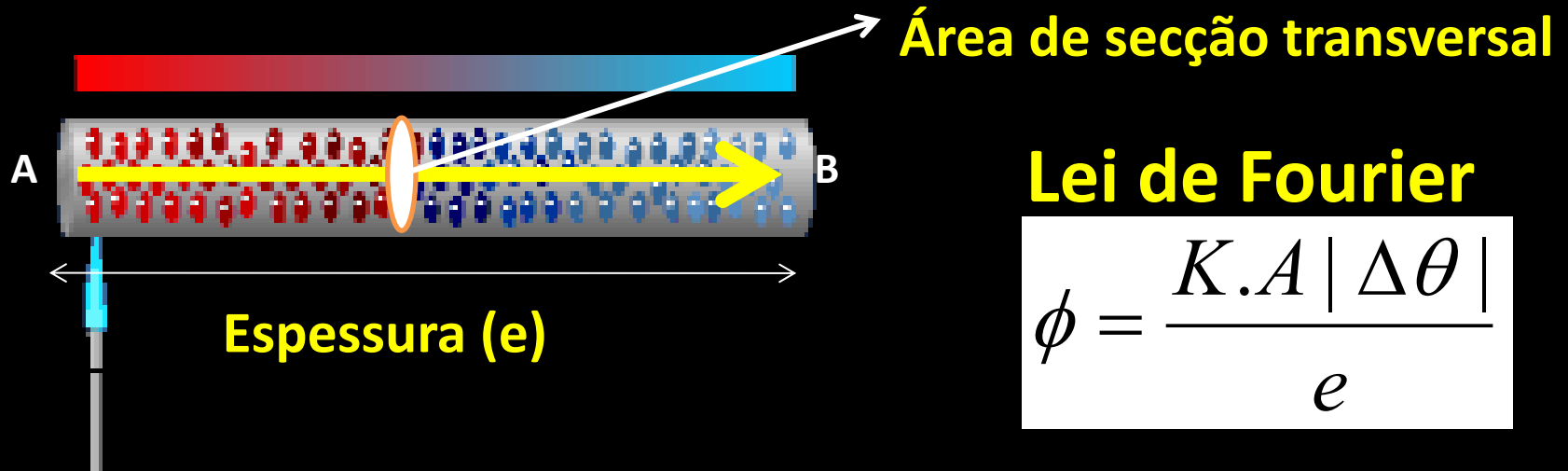
Processos de transmissão de calor

- **Condução** – É a propagação do calor através do meio material sólido, transportando energia, sem, no entanto transportar matéria. Ex.: Condutores metálicos



Fluxo de calor (ϕ)

Ocorre apenas nos processos de condução



Lei de Fourier

$$\phi = \frac{K.A | \Delta\theta |}{e}$$

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

Φ = Fluxo de calor (Cal/s)

Q=Quantidade de calor (Cal)

Δt =Variação de tempo (s)

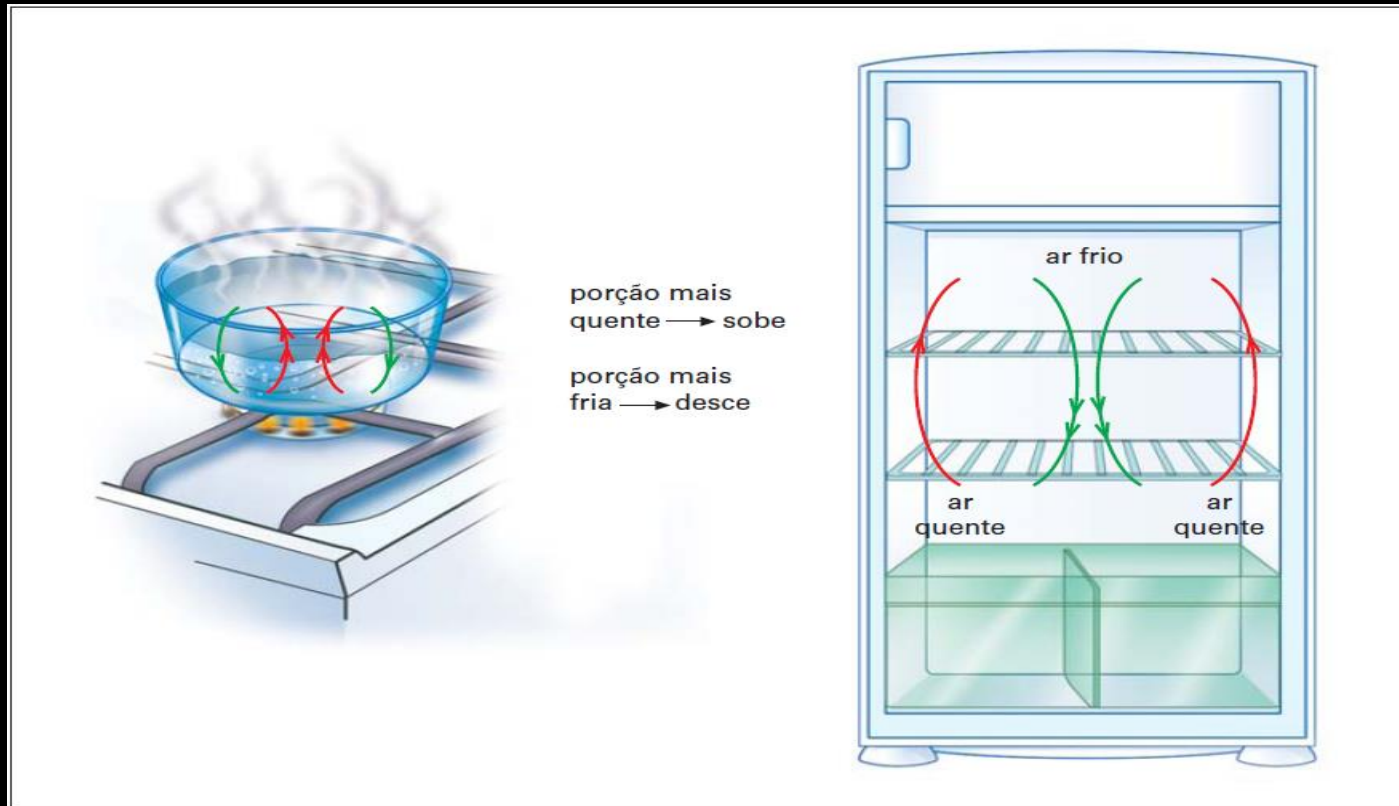
K= Condutibilidade térmica (cal/s.m°C)

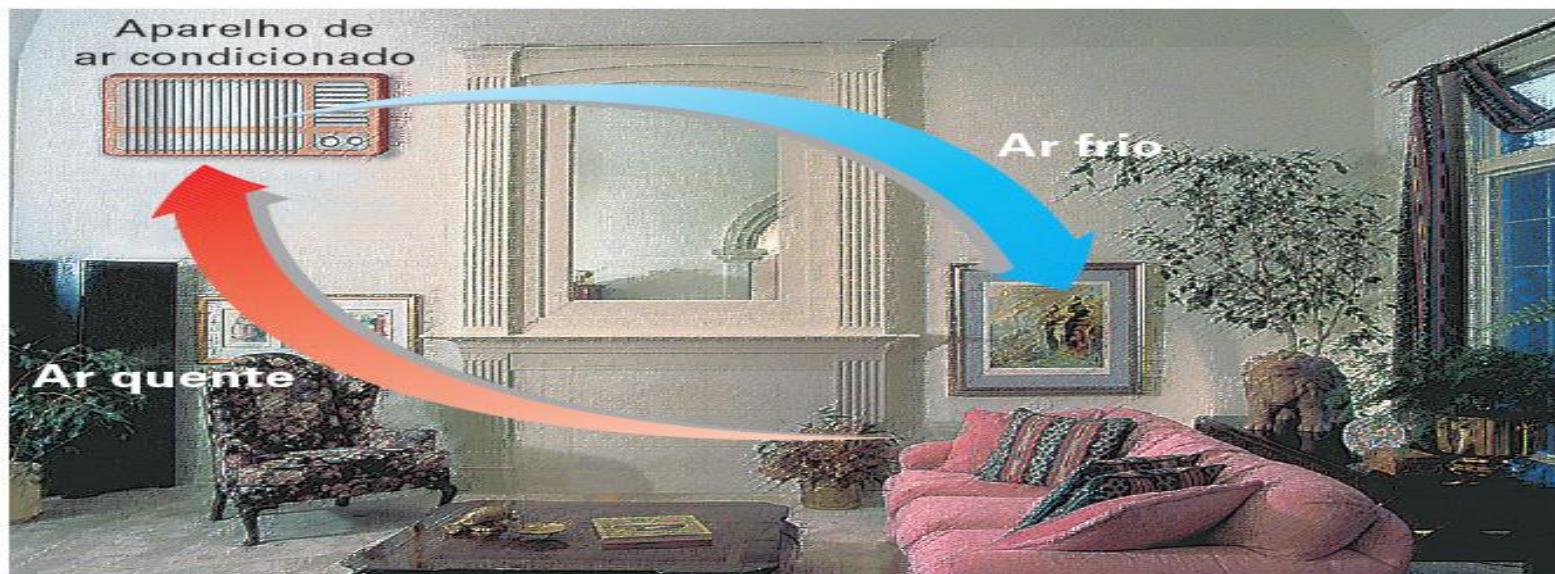
A= Área de secção transversal (m²)

e= espessura (m)

Convecção Térmica

É a propagação do calor no meio material fluido, transportando energia e matéria. Ex.: Ar refrigerado, chuvas convectivas, brisas marítimas e continentais.





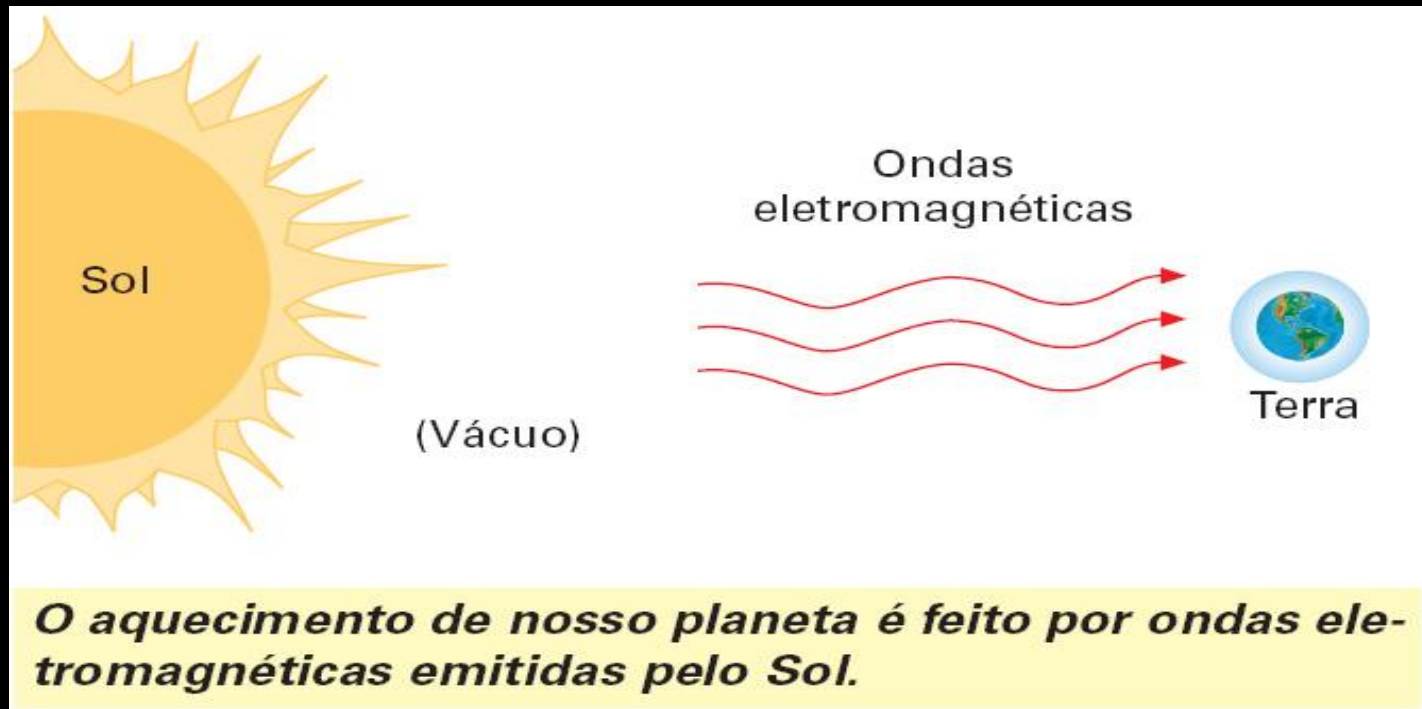
Em um ambiente que necessita ser refrigerado, o aparelho de ar condicionado deve ser instalado na parte mais alta da parede.



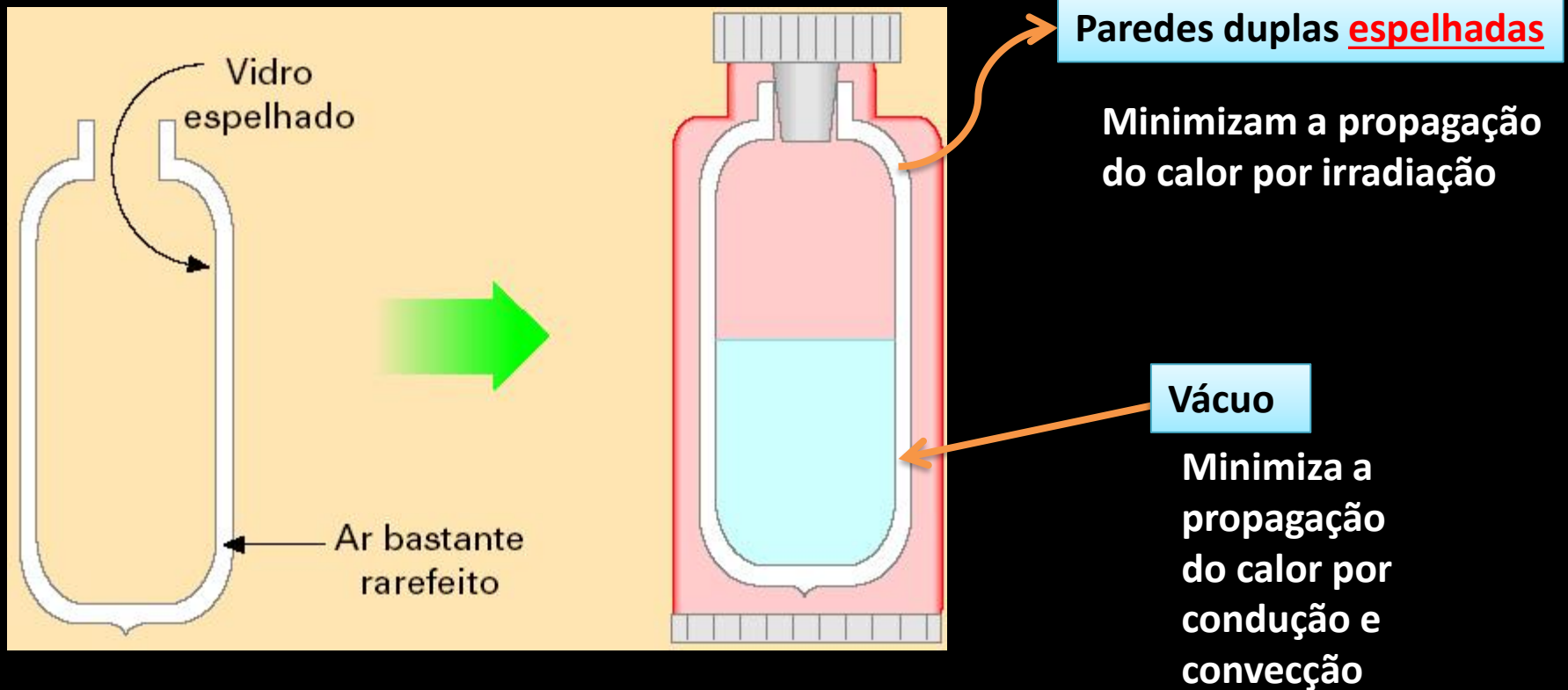
Irradiação Térmica

É a propagação de calor através de ondas eletromagnéticas, independentemente do meio material. É também o único processo que ocorre no vácuo.

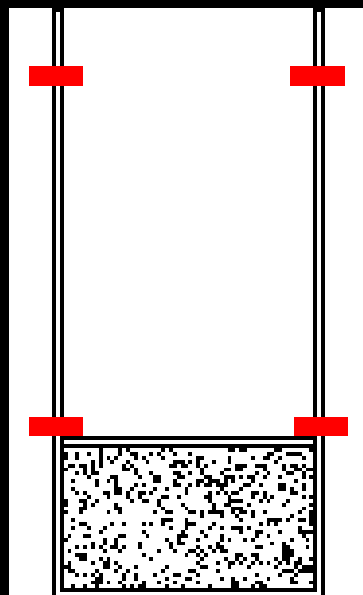
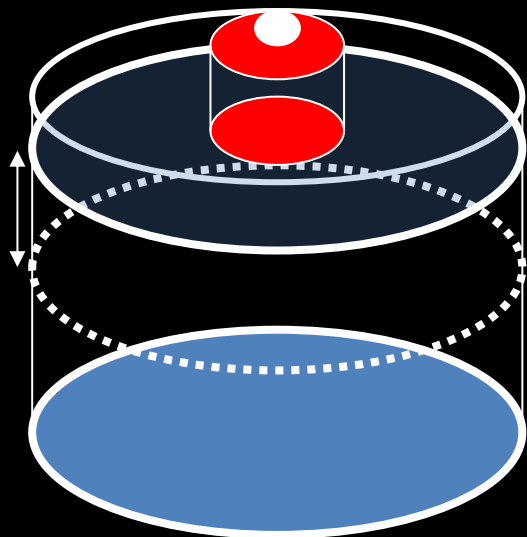
Ex.: Luz solar, microondas, *laser*, raios X, ondas de rádio e TV.



Garrafa térmica – Vaso de Dewar



Termodinâmica



$$\tau = P \cdot \Delta V$$

J

N/m²

m³

$\Delta V > 0 \rightarrow \tau > 0 \rightarrow \text{Expansão}$

$\Delta V < 0 \rightarrow \tau < 0 \rightarrow \text{Compressão}$

$\Delta V = 0 \rightarrow \tau = 0 \rightarrow \text{nulo}$

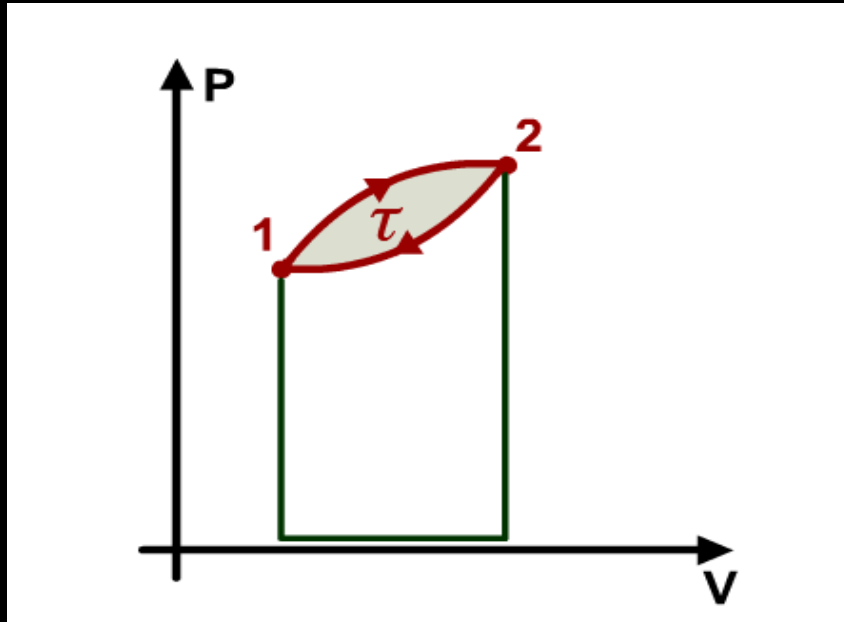
$$P = \frac{F}{\text{Área}}$$

N

m²

Transformações cíclicas

QUANDO A PRESSÃO É VARIÁVEL:



$$\tau_{ciclo} = \pm \text{Área}_{ciclo}$$

Ciclo Horário $\rightarrow \tau +$

Ciclo Anti-Horário $\rightarrow \tau -$

1ª Lei de termodinâmica

“A quantidade de calor(Q) trocada por um gás, corresponde ao trabalho(τ) por ele realizado em função da variação de sua energia interna(ΔU)”.

$$Q = \tau + \Delta U$$

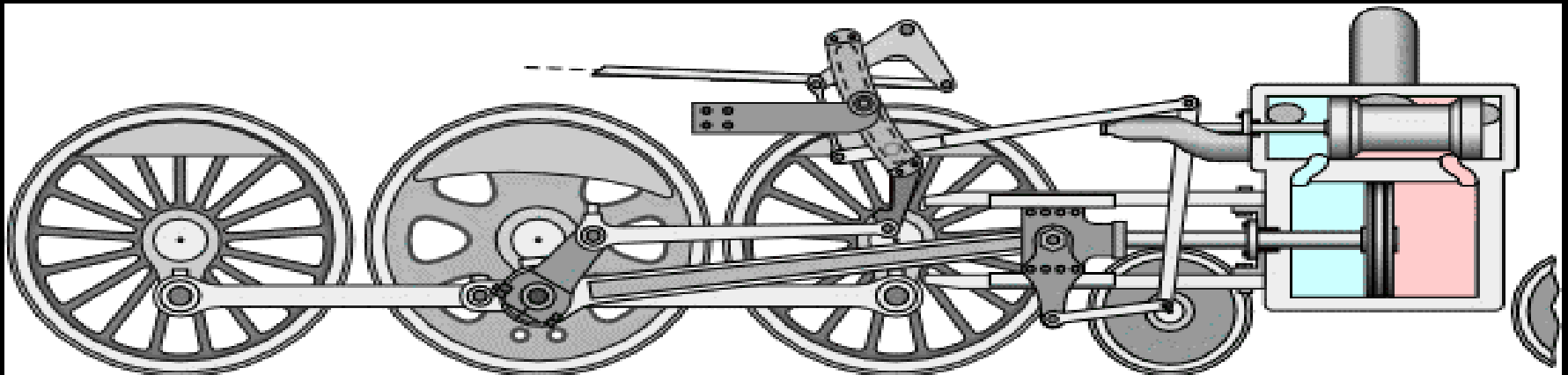
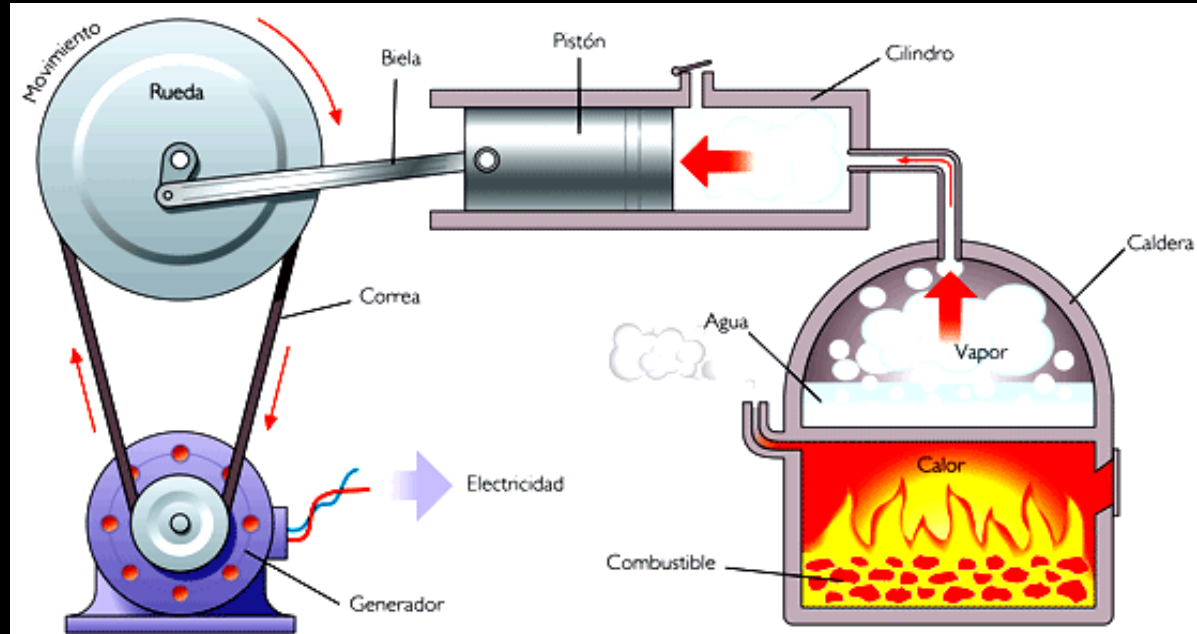
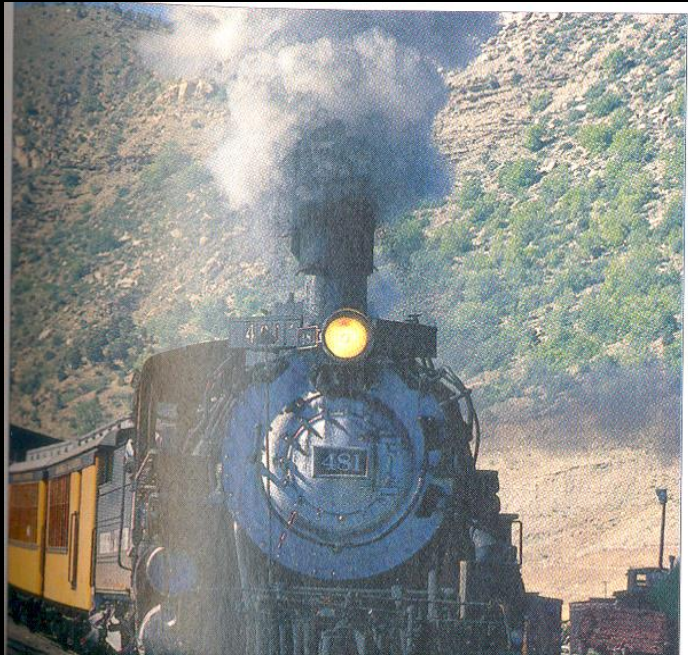
$Q \rightarrow$ Quantidade de Calor

$\tau \rightarrow$ Trabalho

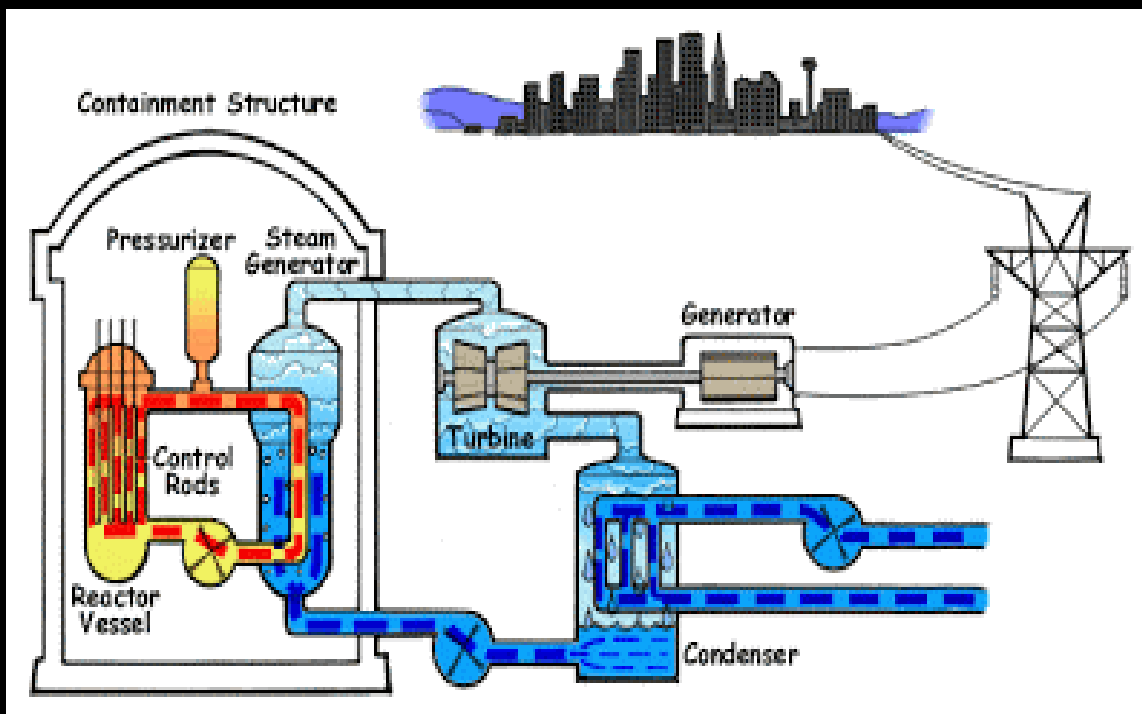
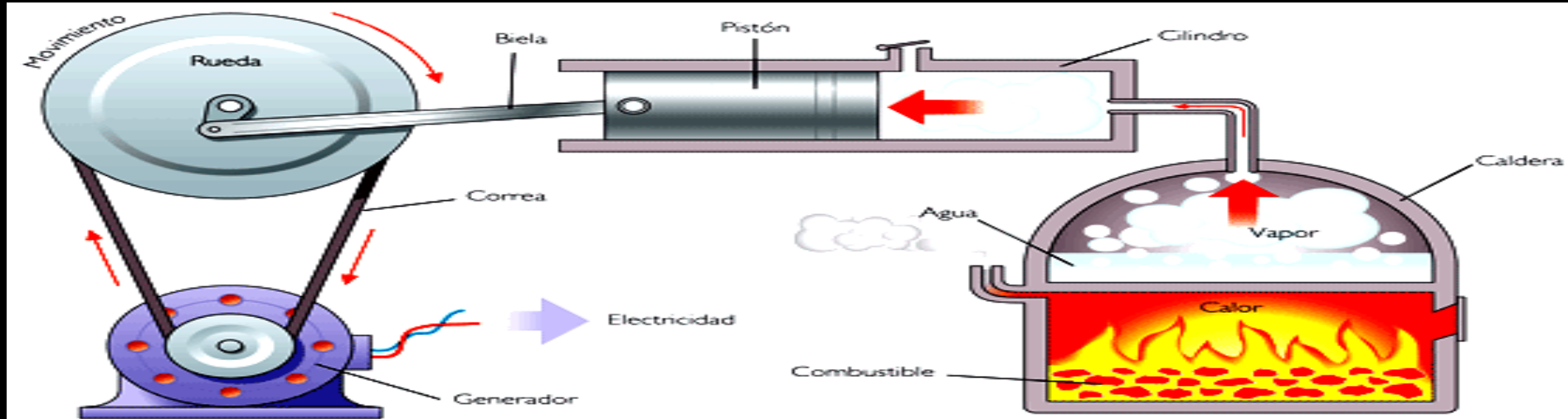
$\Delta U \rightarrow$ Variação da energia interna

Máquinas térmicas

Essencialmente, convertem calor em trabalho mecânico.

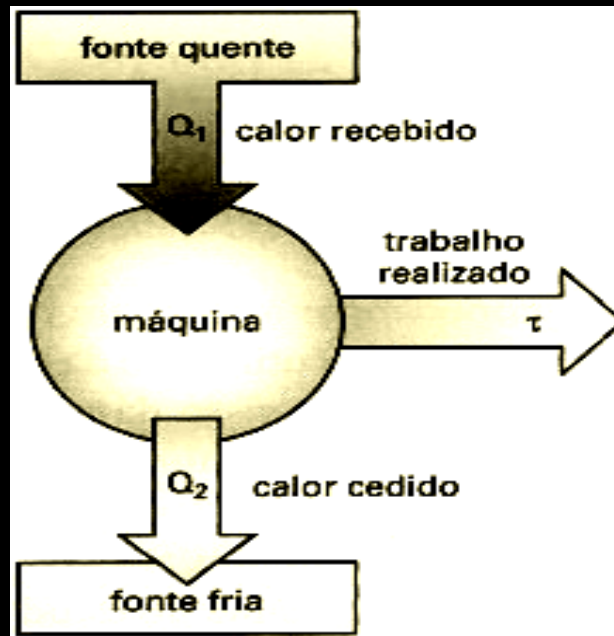


Máquinas térmicas



Segunda Lei da Termodinâmica

- **Enunciados:**
- **Clausius :** “O calor flui espontaneamente do ponto de maior temperatura para o ponto de menor temperatura”.
- **Kelvin :** “É impossível a uma máquina térmica converter calor integralmente em trabalho”.
- **Carnot :** “O funcionamento da máquina térmica se torna possível ao utilizarmos duas fontes térmicas de diferentes temperaturas”.



Sistema termodinâmico



Trabalho

$$\tau = Q1 - Q2$$

Diagram showing the work equation $\tau = Q1 - Q2$. Blue arrows point from the variables to their units: τ to J, $Q1$ to J, and $Q2$ to J.

Rendimento

$$\eta = \frac{\tau}{Q1}$$

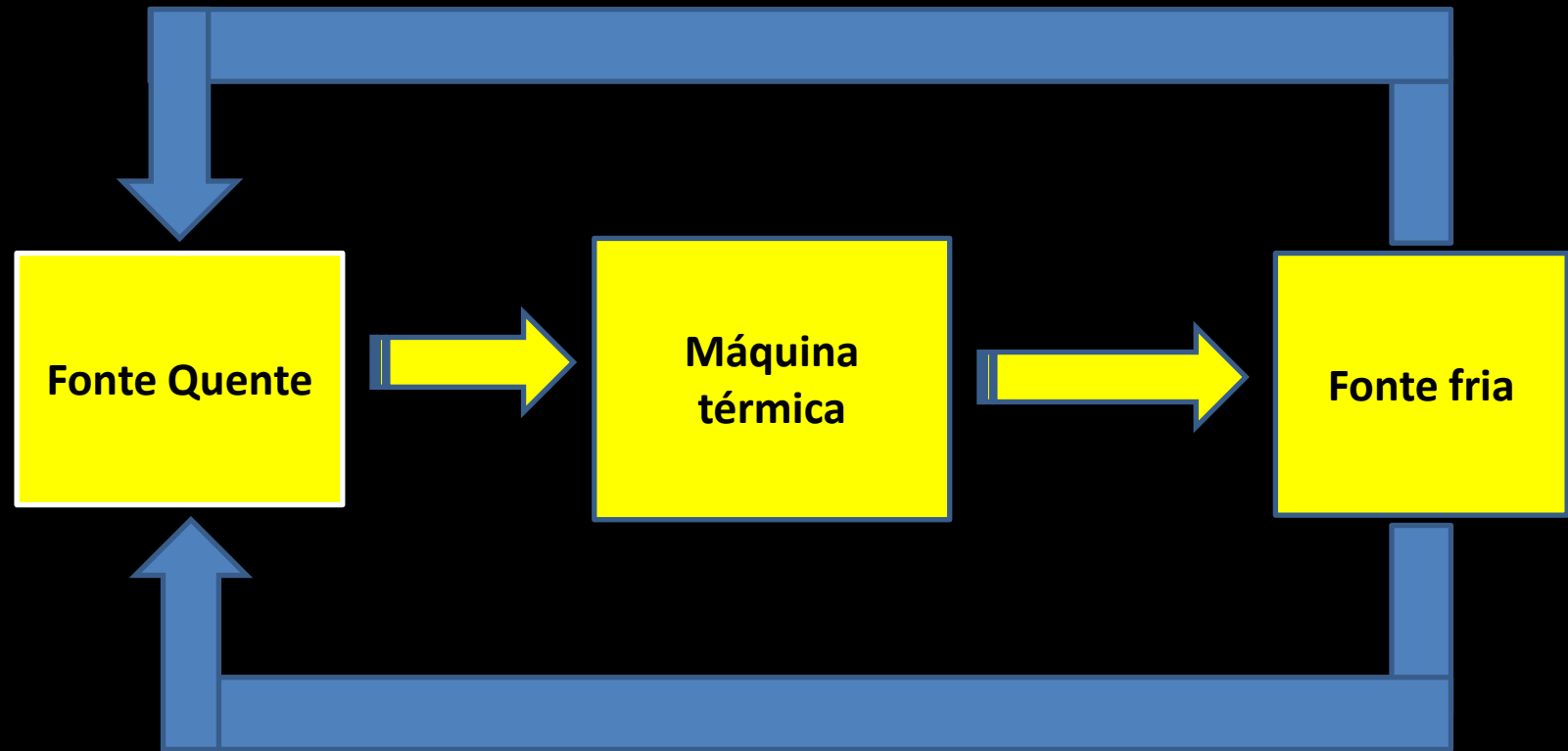
Diagram showing the efficiency equation $\eta = \frac{\tau}{Q1}$. Blue arrows point from the variables to their units: η to %, τ to J, and $Q1$ to J.

Potência

$$P = \frac{\tau}{\Delta t}$$

Diagram showing the power equation $P = \frac{\tau}{\Delta t}$. Blue arrows point from the variables to their units: P to W, τ to J, and Δt to s.

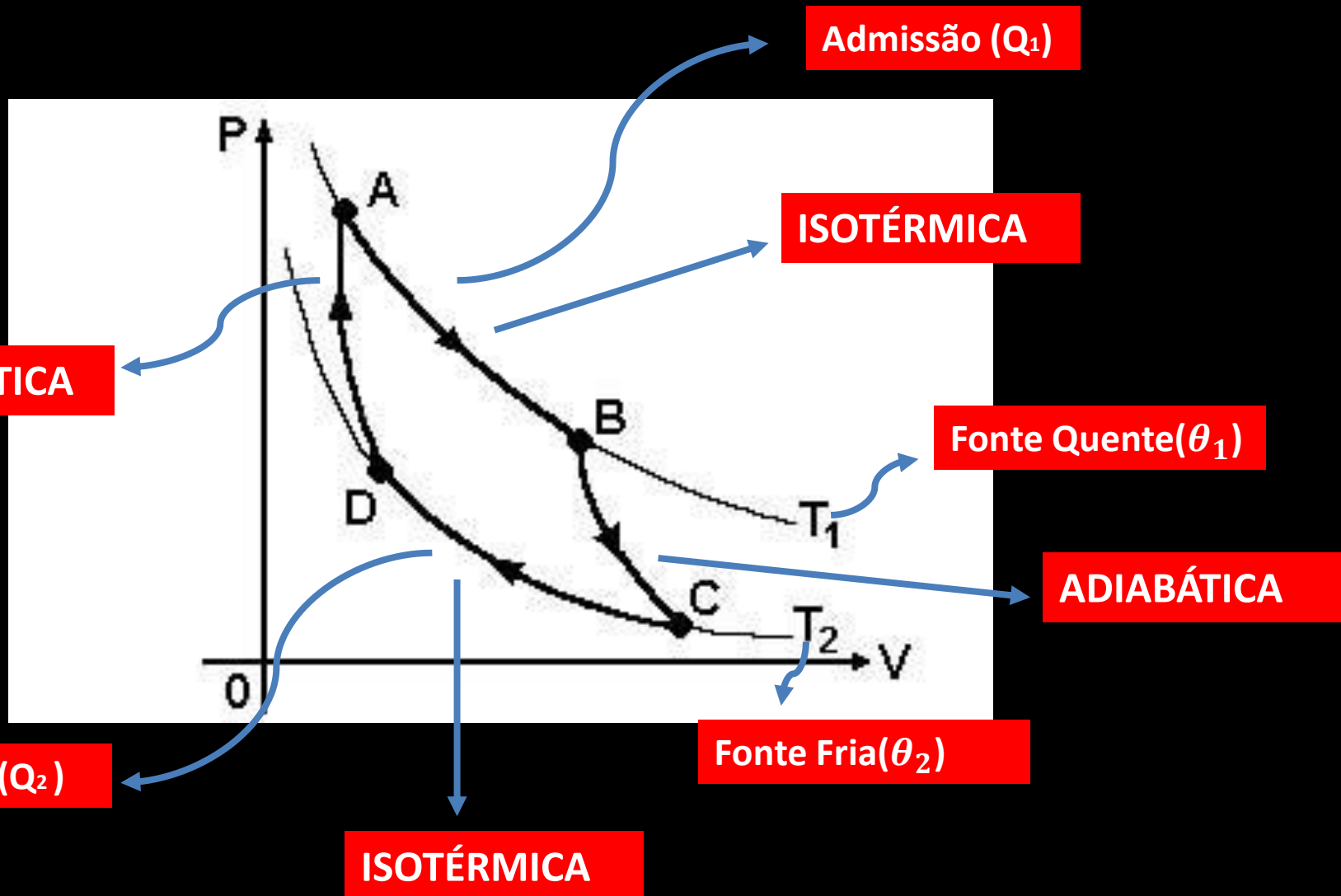
Ciclo de Carnot



A diferença estrutural entre o ciclo de Carnot e os ciclos de máquinas térmicas fundamentais é a sua **REVERSIBILIDADE**.

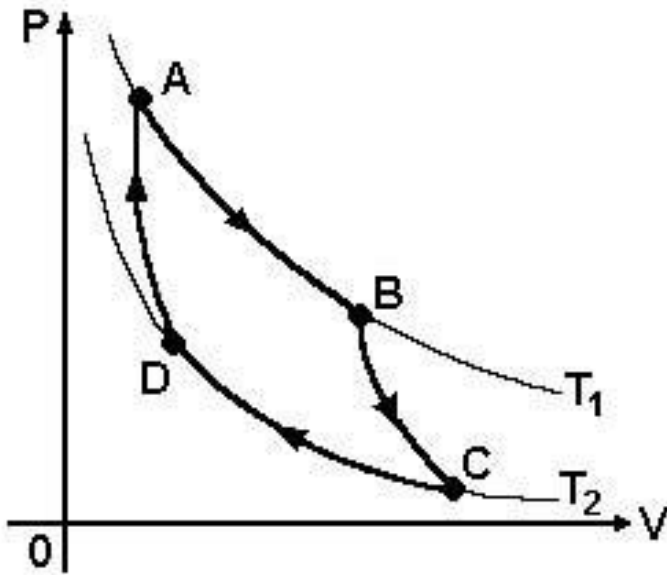
Ciclo de Carnot

É um ciclo termodinâmico, reversível, ideal para máquinas térmicas, que se constitui basicamente de duas transformações isotérmicas e duas adiabáticas.



Ciclo de Carnot

É um ciclo termodinâmico, reversível, ideal para máquinas térmicas, que se constitui basicamente de duas transformações isotérmicas e duas adiabáticas.



$$\eta = \frac{\theta_1 - \theta_2}{\theta_1}$$

$\theta_1 \rightarrow$ Temperatura da fonte quente

$\theta_2 \rightarrow$ Temperatura da fonte fria

θ_1 e θ_2 são determinadas na escala KELVIN.

O rendimento do ciclo de Carnot depende exclusivamente das temperaturas de suas fontes.

ENTROPIA DO UNIVERSO

ENTROPIA



**DEGRADAÇÃO DE ENERGIA
(DE FORMA CONTÍNUA)**



IMPLICA

**AUMENTO DA DESORDEM
DO SISTEMA FÍSICO.**

