

# Temperatura & Calor

## Transmissão de calor

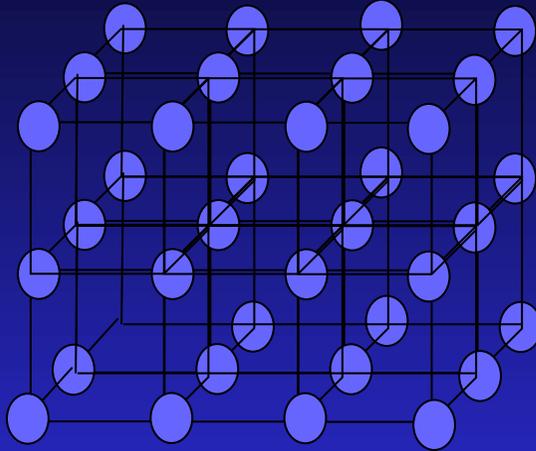
### 1ª Lei da Termodinâmica

Disciplina: Física Geral 1

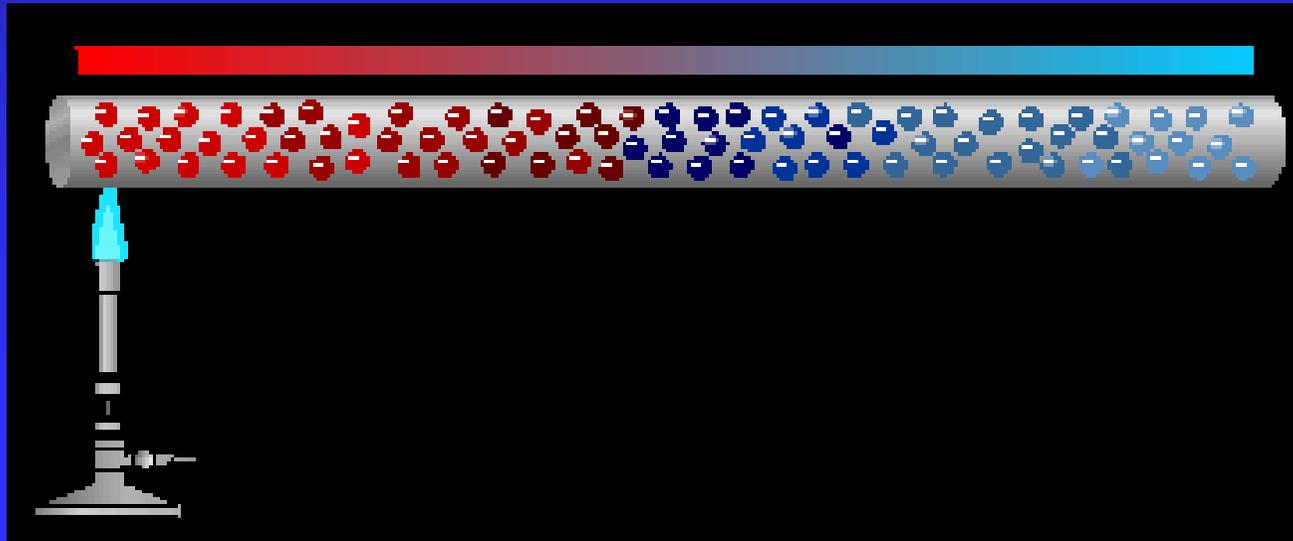
Prof. Heurison S. Silva

# Temperatura

# Temperatura

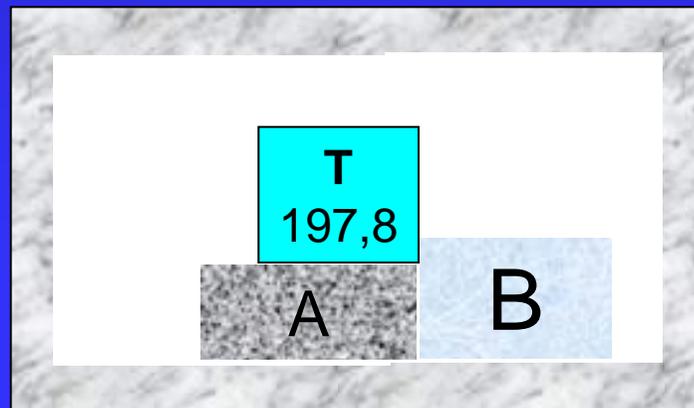
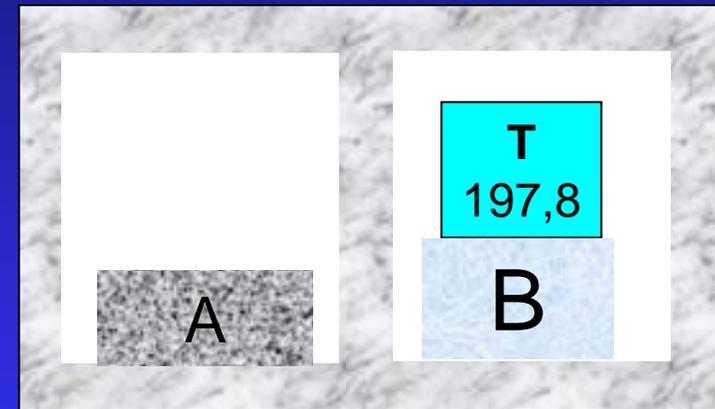
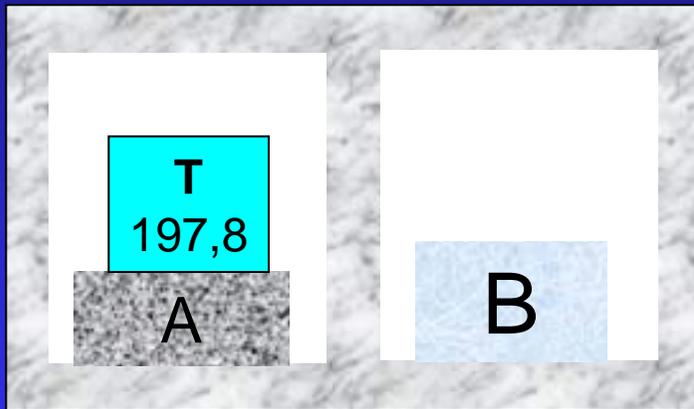


Temperatura: é o grau de agitação das partículas (átomos, moléculas) de um corpo.

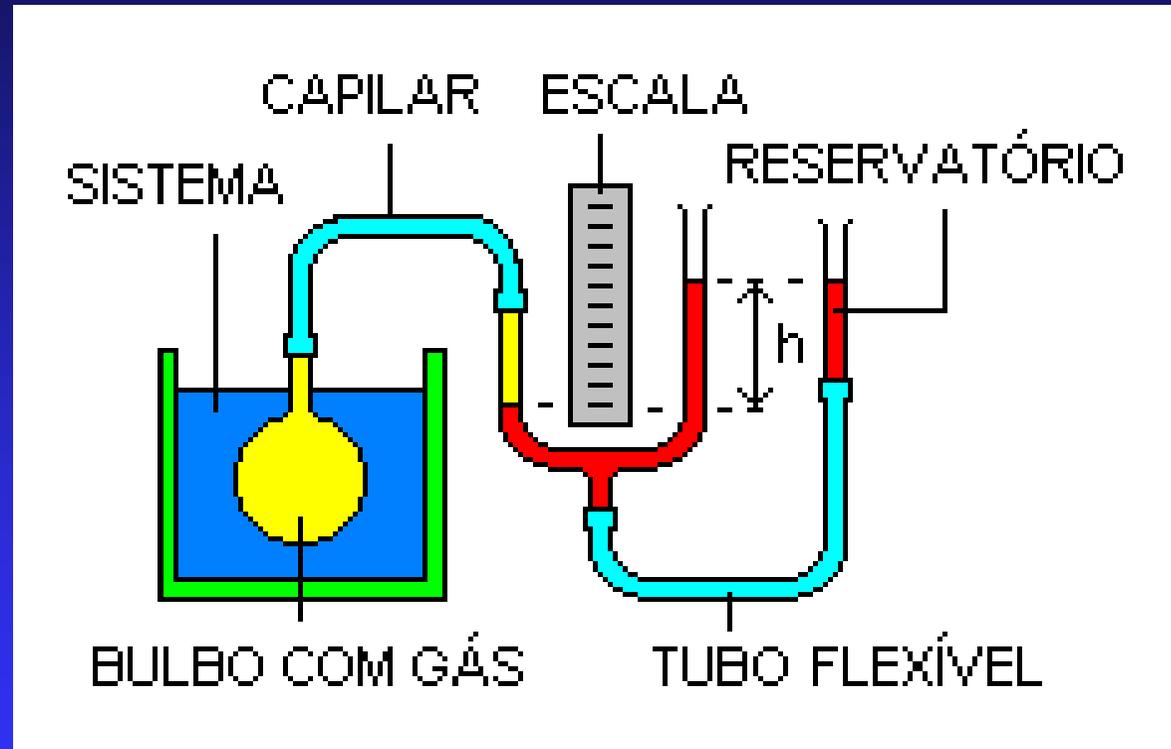


## Lei zero da termodinâmica

Se dois corpos  $A$  e  $B$  estão individualmente em equilíbrio térmico com um outro corpo  $T$ , então  $A$  e  $B$  estão em equilíbrio térmico entre si.



## Termômetro de gás a volume constante



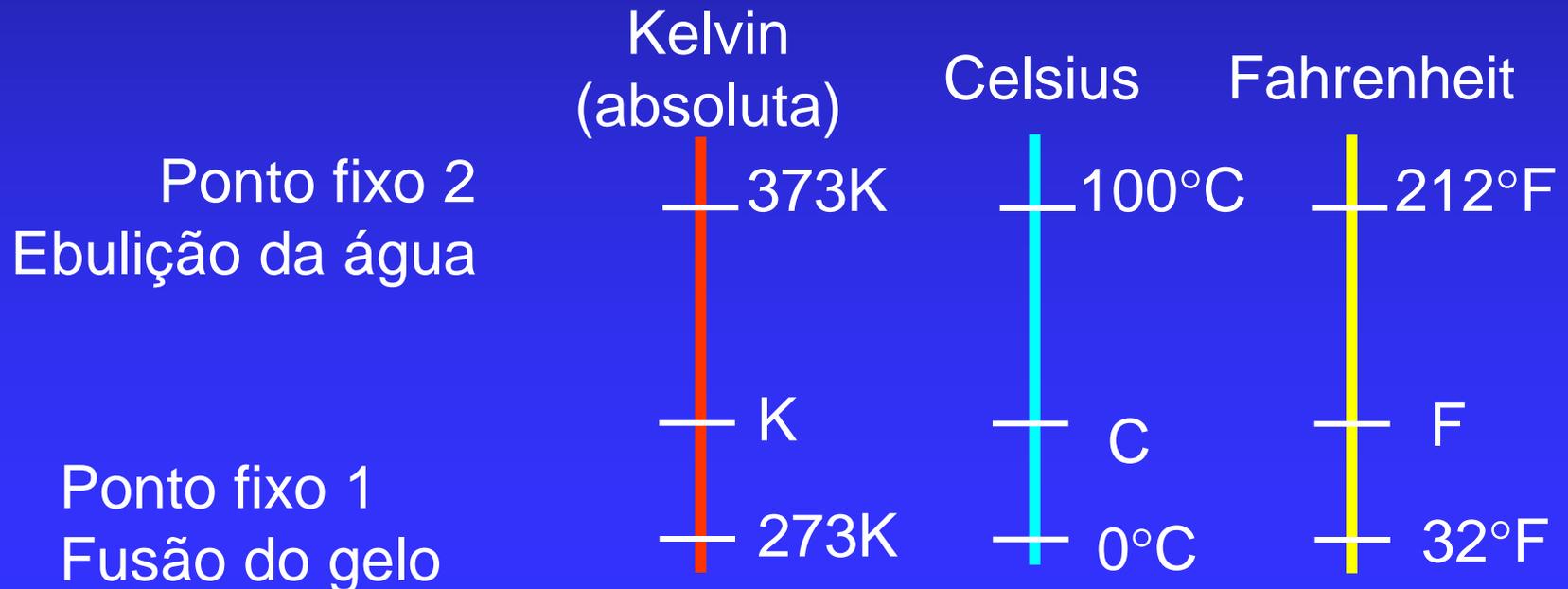
$$T = (273,16K) \left( \frac{p}{p_3} \right)$$

Definição de temperatura

## Escalas termométricas

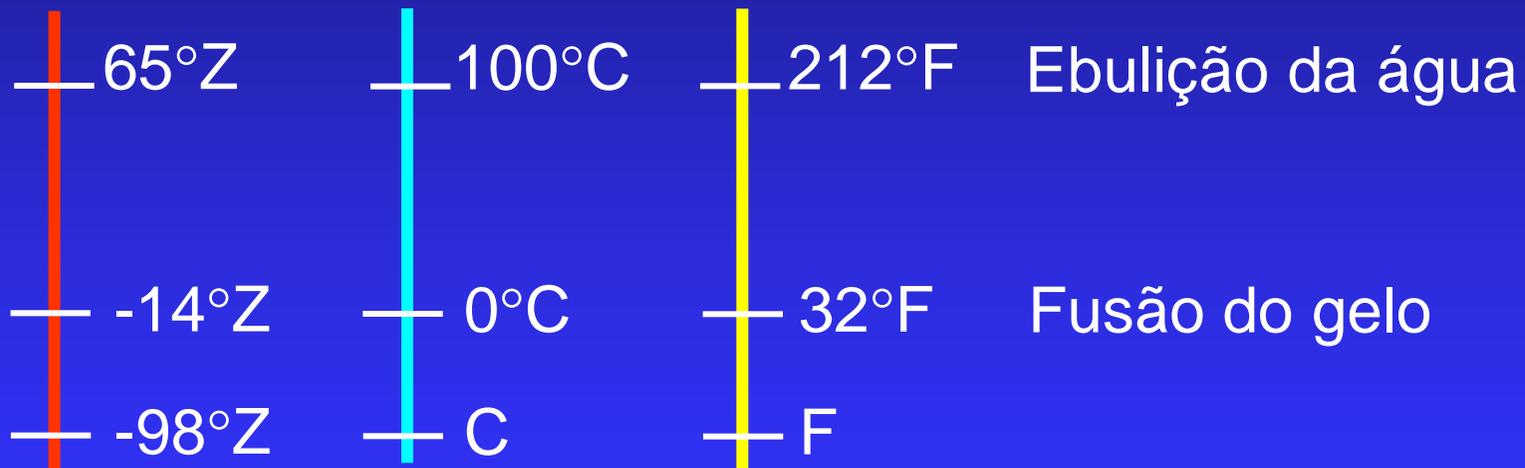
Pontos de referência ou pontos fixos:

- ❖ Temperatura de fusão do gelo
- ❖ Temperatura de ebulição da água
- ❖ Temperatura do ponto triplo



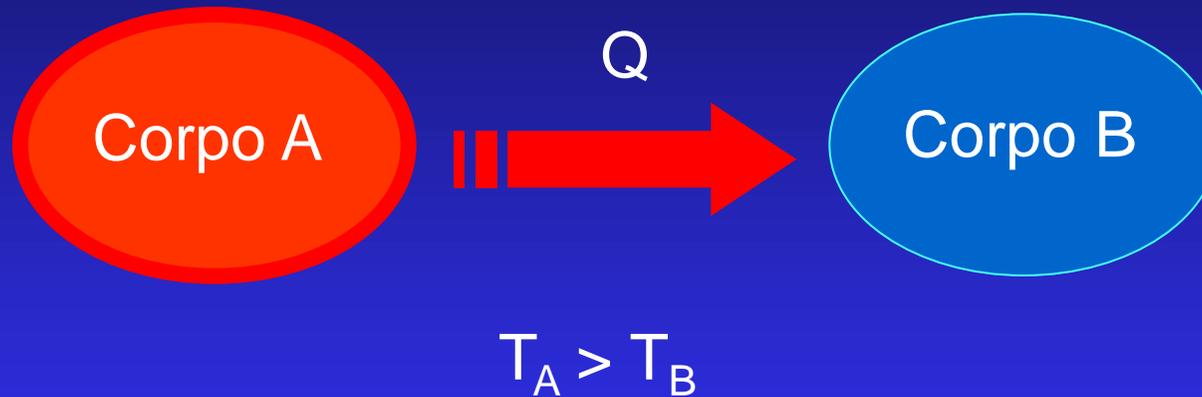
# Exemplo 1

Uma escala antiga  $Z$  tem valores  $Z_F = -14^\circ Z$  e  $Z_E = 65^\circ Z$  para o ponto de fusão do gelo e ebulição da água, respectivamente. Para uma temperatura  $T = -98^\circ Z$ , qual o valor da leitura com um termômetro na escala  $^\circ F$  e na escala  $^\circ C$ ?



# Calor

Calor: energia térmica em trânsito.



$Q > 0 \rightarrow$  sistema recebe calor

$Q < 0 \rightarrow$  sistema perde calor

$Q = 0 \rightarrow$  não há troca de calor

## Unidades de calor

❖ Caloria (cal): quantidade de calor que aumentaria a temperatura de 1 g de água de 14,5°C para 15,5°C.

❖ Btu:  
(*British Thermal unit*) quantidade de calor que aumentaria a temperatura de 1 lb de água de 63°F para 64°F.

Joule (J): unidade de energia do sistema internacional.

## Relação entre as unidades

1J	0,2389 cal	$9,481 \times 10^{-4}$ Btu
1 Btu	$1,055 \times 10^3$ J	252,0 cal
1 cal	$3,969 \times 10^{-3}$ Btu	4,186 J
1 Cal	$10^3$ cal	4186 J

## Capacidade calorífica (C)

Constante de proporcionalidade entre o calor recebido (ou perdido)  $Q$  e a variação de temperatura que o corpo sofre.

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$



$$Q = C\Delta T = C(T_f - T_i)$$

Unidade:

❖ cal/°C

❖ cal/K

❖ J/K

## Calor específico (c)

É a capacidade calorífica por unidade de massa de um material.

$$c = \frac{C}{m}$$



$$C = c \cdot m$$



$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot m \cdot (T_f - T_i)$$

Unidade:

❖ cal/g·°C

❖ cal/g·K

❖ J/kg·K

## Alguns valores de calores específicos

Substância	Calor Específico (cal/g.K)	Calor específico (J/kg.K)
chumbo	0,0305	128
vidro	0,20	840
álcool etílico	0,58	2.430
água	1,00	4,190
alumínio	0,215	900

## Calor de transformação (L)

É a quantidade de calor por unidade de massa que deve ser transferida a uma amostra para que ela sofra mudança de fase.

$$L = \frac{Q}{m}$$



$$Q = L \cdot m$$

Unidade:

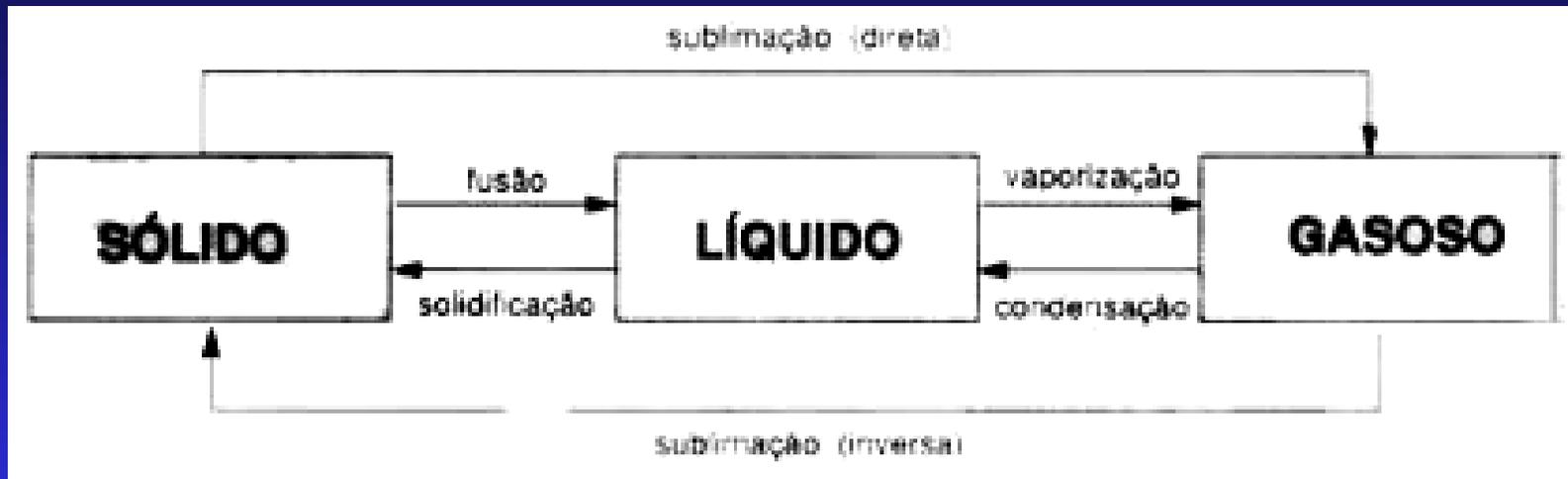
❖ cal/g

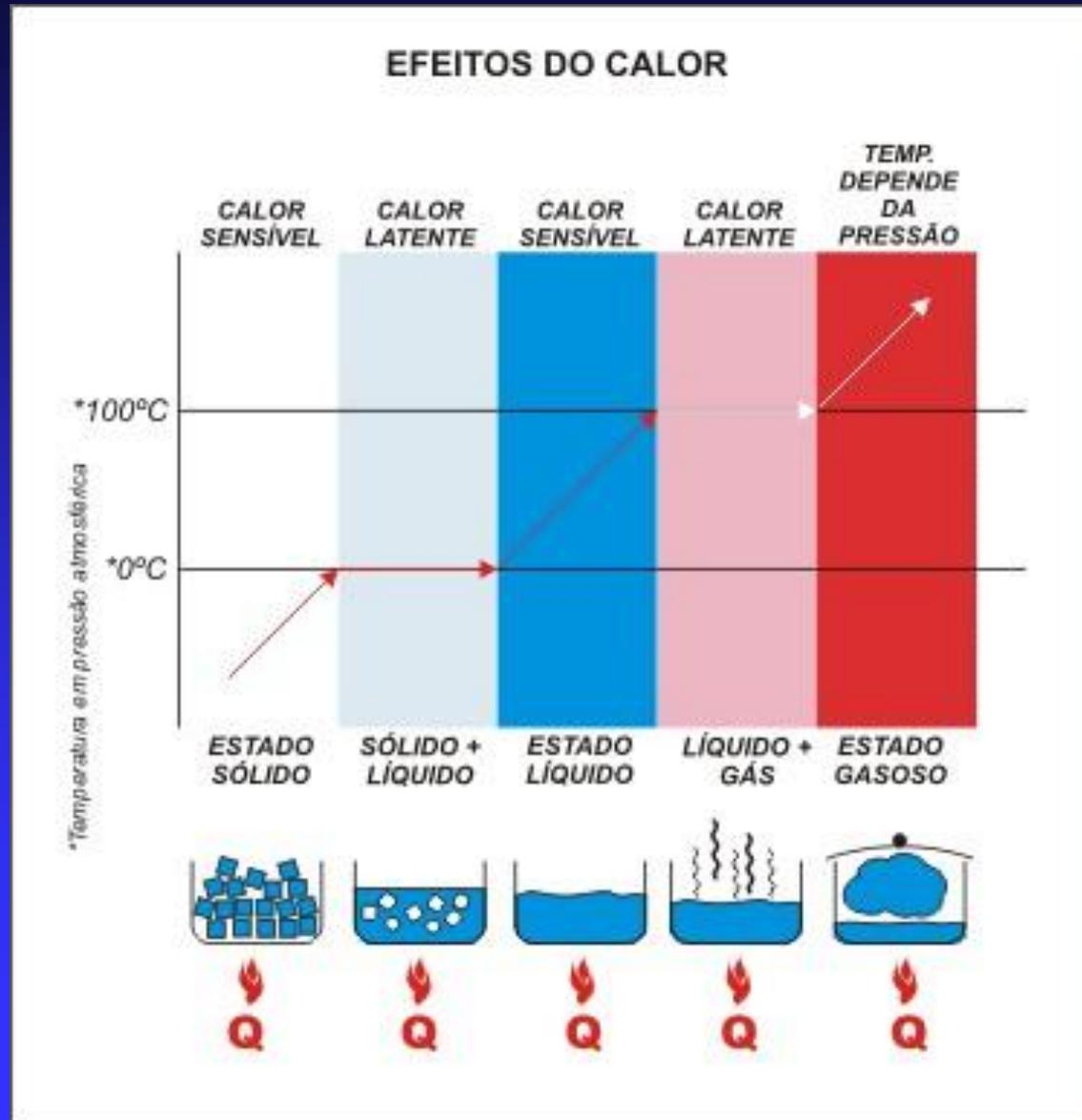
❖ J/kg

Para a água:  $L_V = 539 \text{ cal/g} = 40,7 \text{ kJ/mol} = 2256 \text{ kJ/kg}$

$L_F = 79,5 \text{ cal/g} = 6,01 \text{ kJ/mol} = 333 \text{ kJ/kg}$

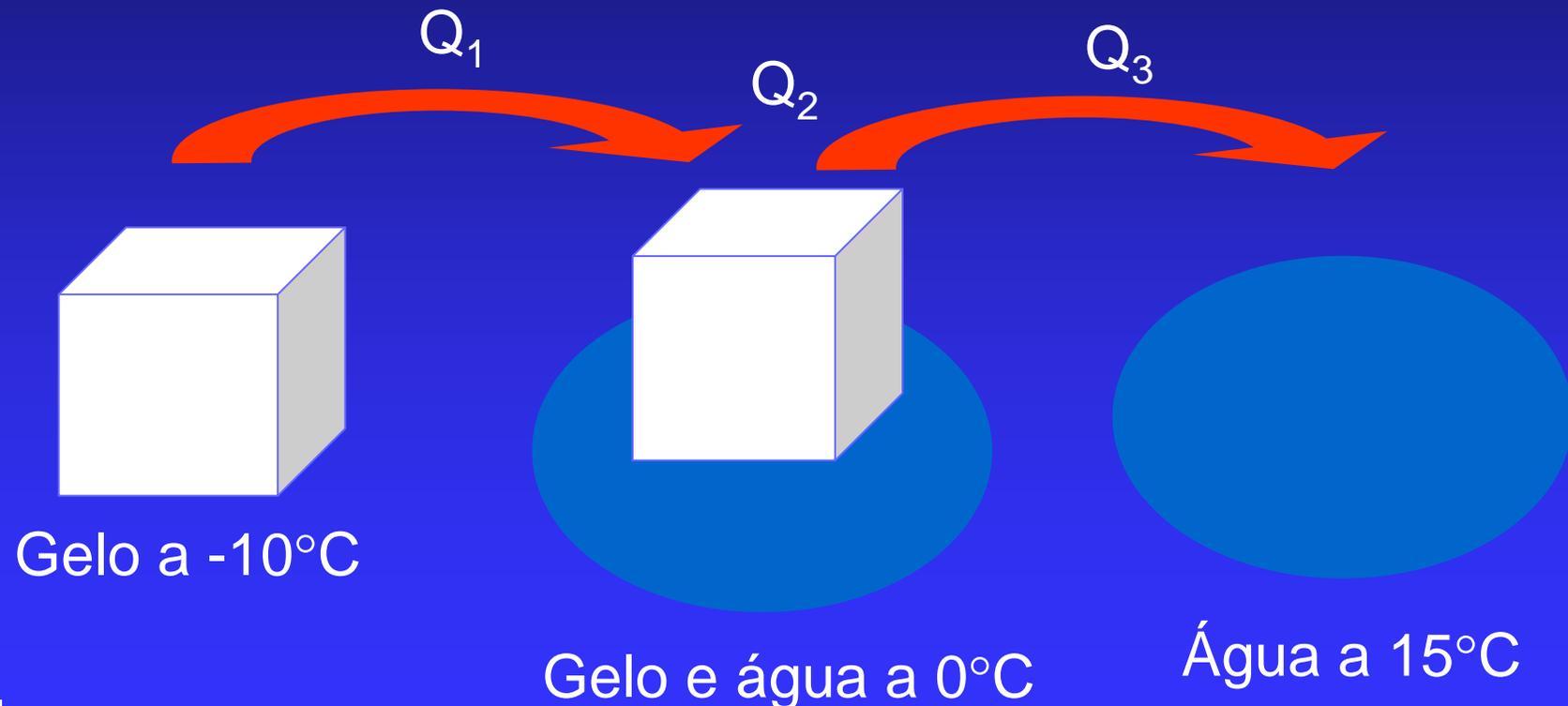
## Estados físicos da matéria e as transformações de fase





# Exemplo 2

Qual a quantidade de calor que deve ser absorvida por uma amostra de gelo de massa 720 g a  $-10^{\circ}\text{C}$  para ser levada ao estado líquida a  $15^{\circ}\text{C}$ ?

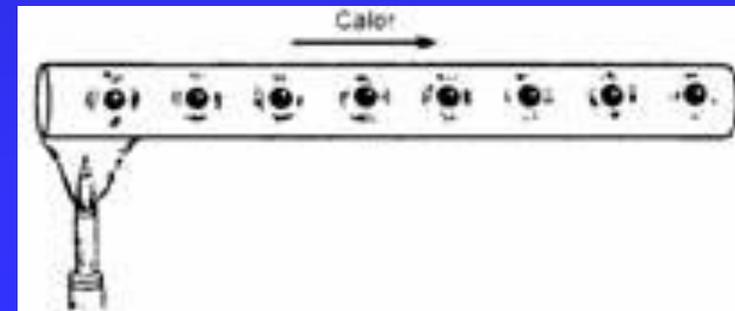
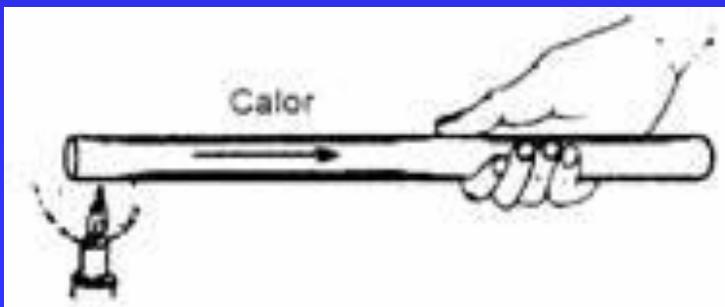
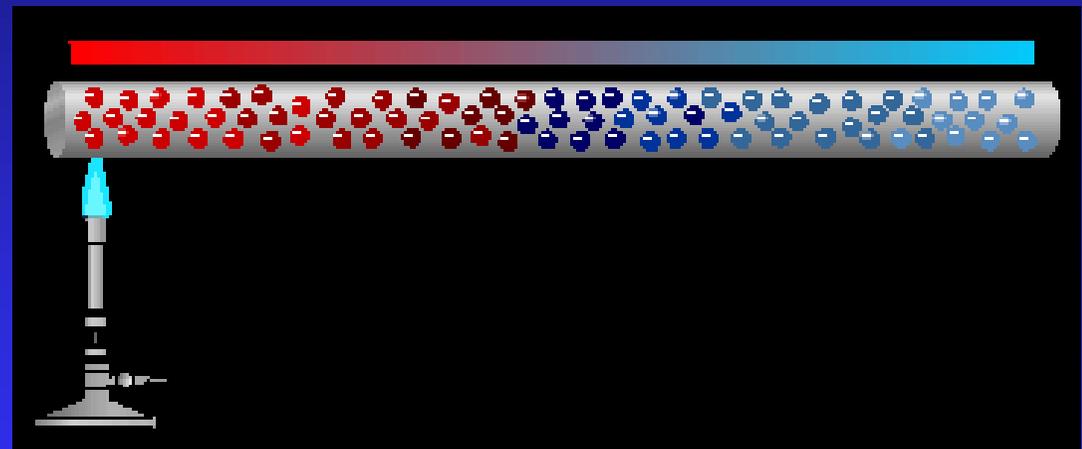


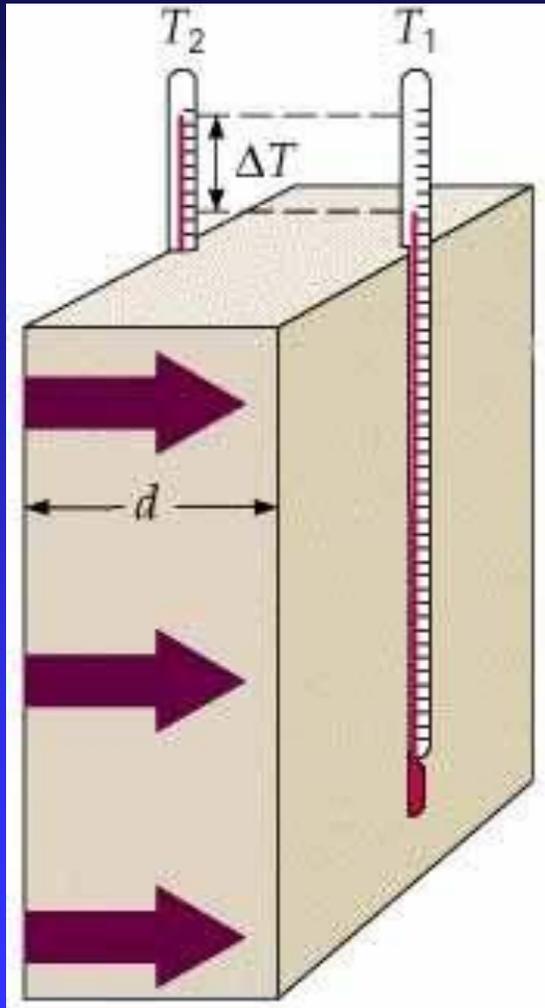
# Transmissão de calor



## Condução:

transmissão de calor em sólidos através do choque entre seus átomos ou moléculas



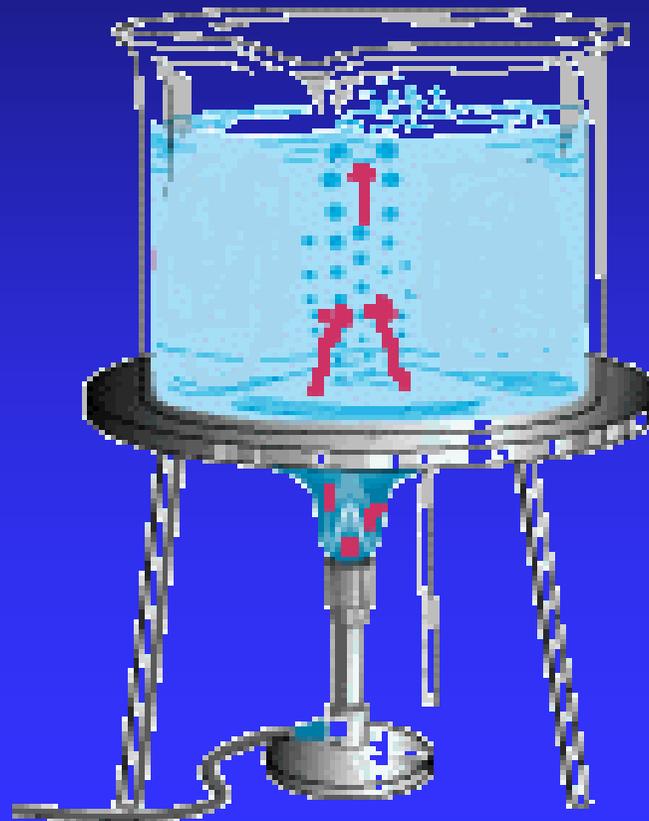


(Taxa de condução de calor)

$$P_{cond} = \frac{Q}{t} = k \cdot A \frac{T_{quente} - T_{fria}}{d}$$

- ❖  $Q$  → quantidade de calor transferida durante o tempo  $t$ , da face quente para a face fria
- ❖  $k$  → condutividade térmica do material
- ❖  $A$  → área das faces
- ❖  $d$  → espessura da parede

**Convecção:** transmissão de calor em fluidos (líquidos e gases) através do transporte de massa a diferentes regiões.

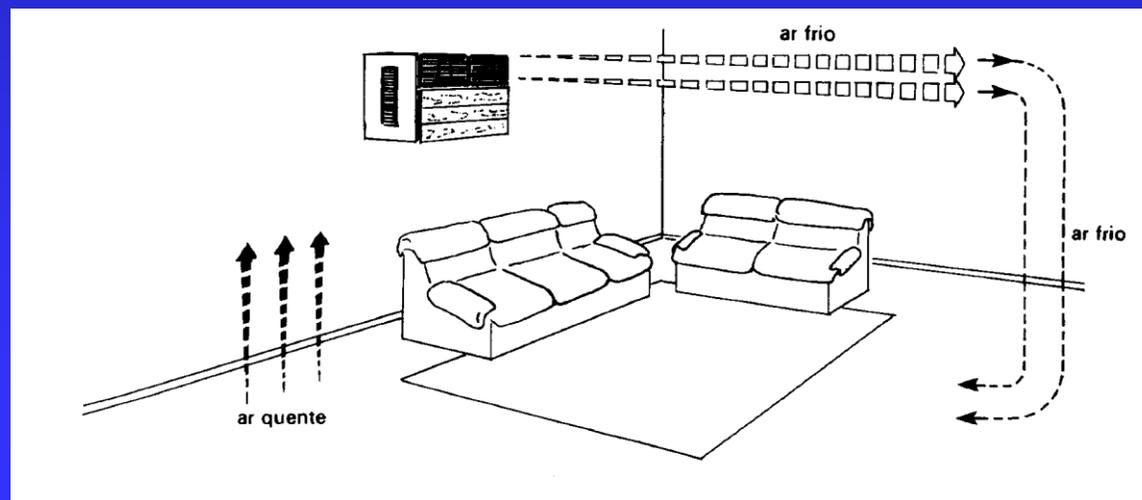
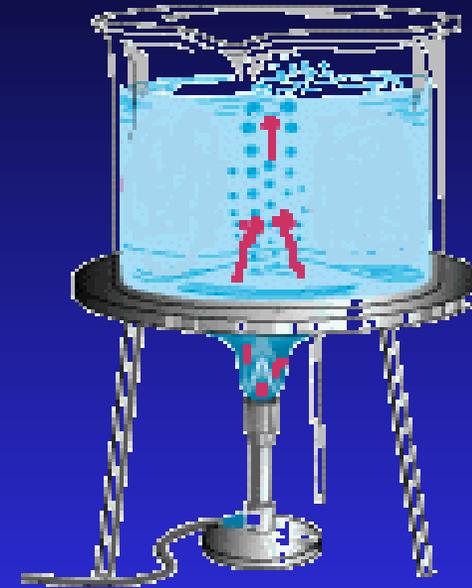
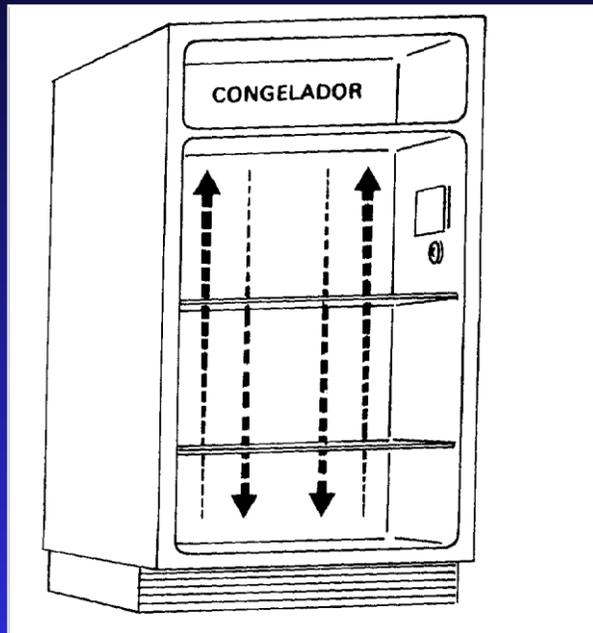


# Transmissão de calor

Disciplina: Física Geral 1

Prof. Heurison S. Silva

Temperatura, calor, 1ª Lei da Termodinâmica

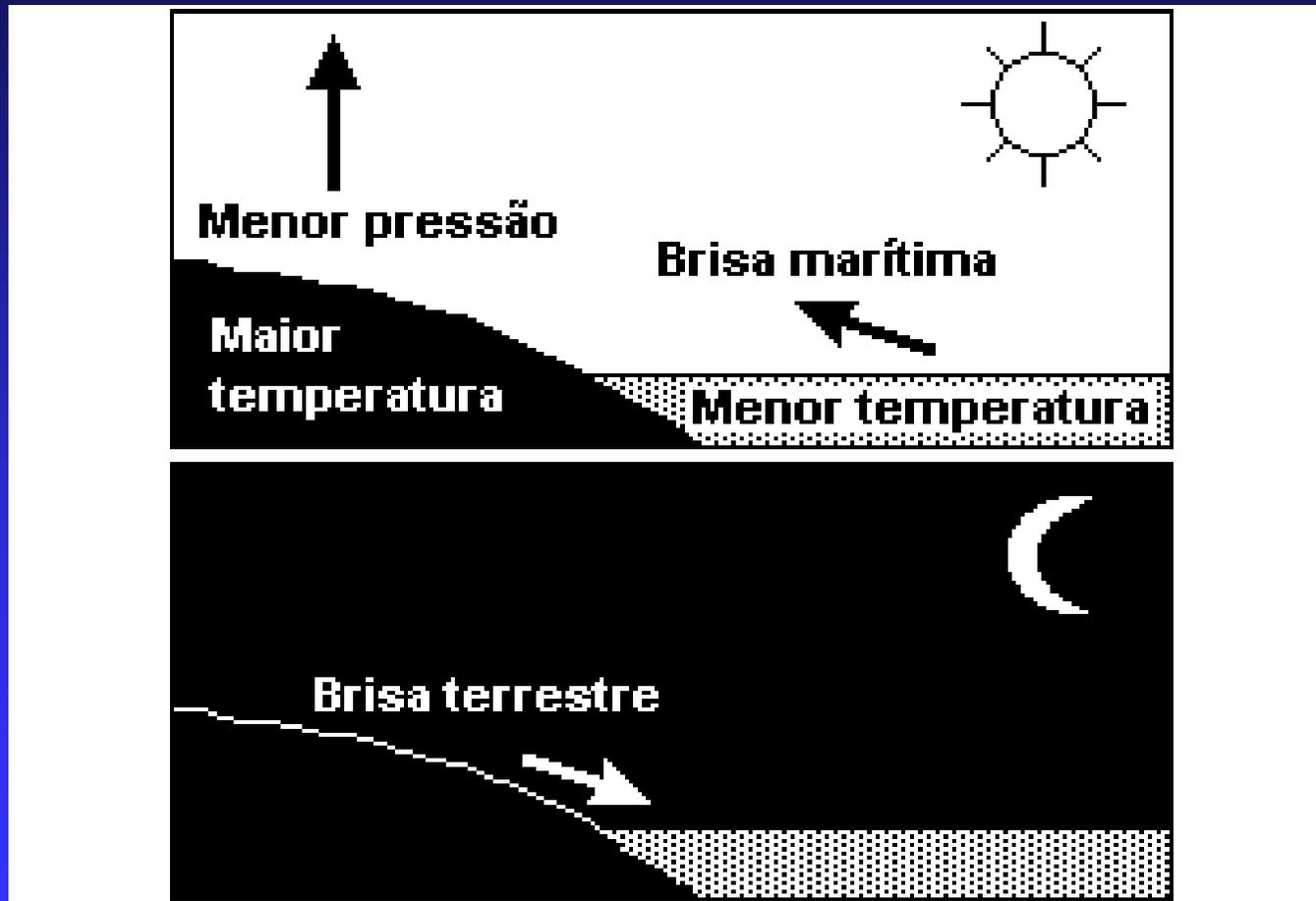


# Transmissão de calor

Disciplina: Física Geral 1

Prof. Heurison S. Silva

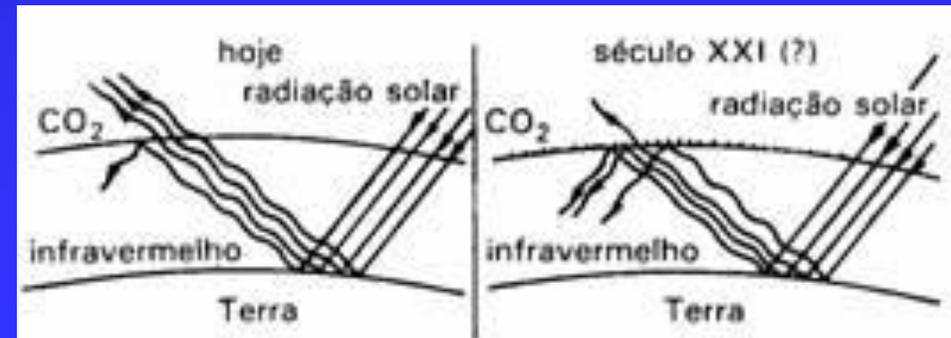
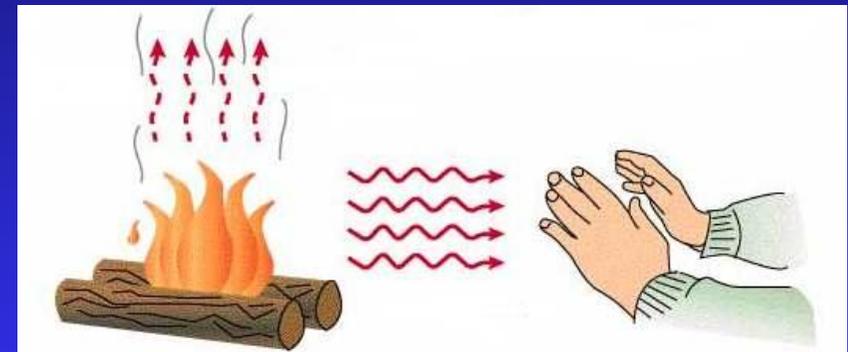
Temperatura, calor, 1ª Lei da Termodinâmica

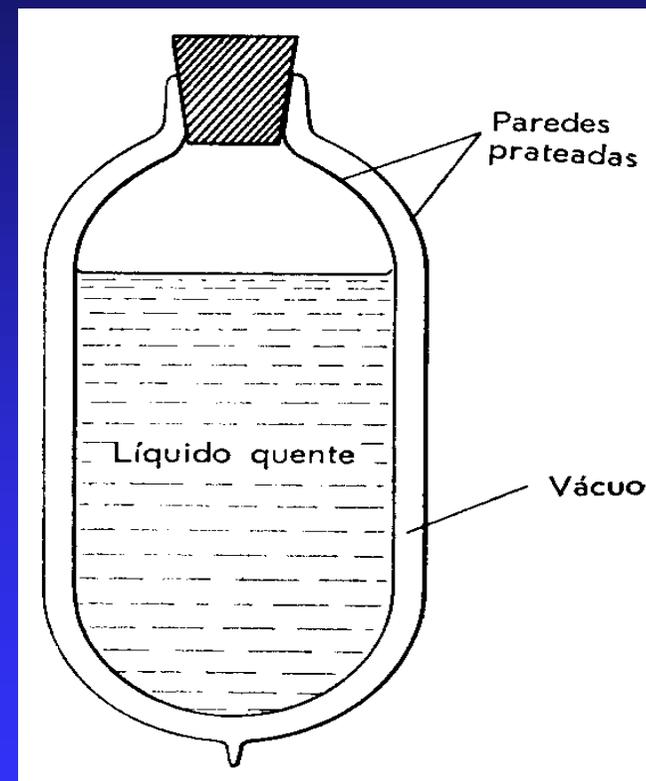
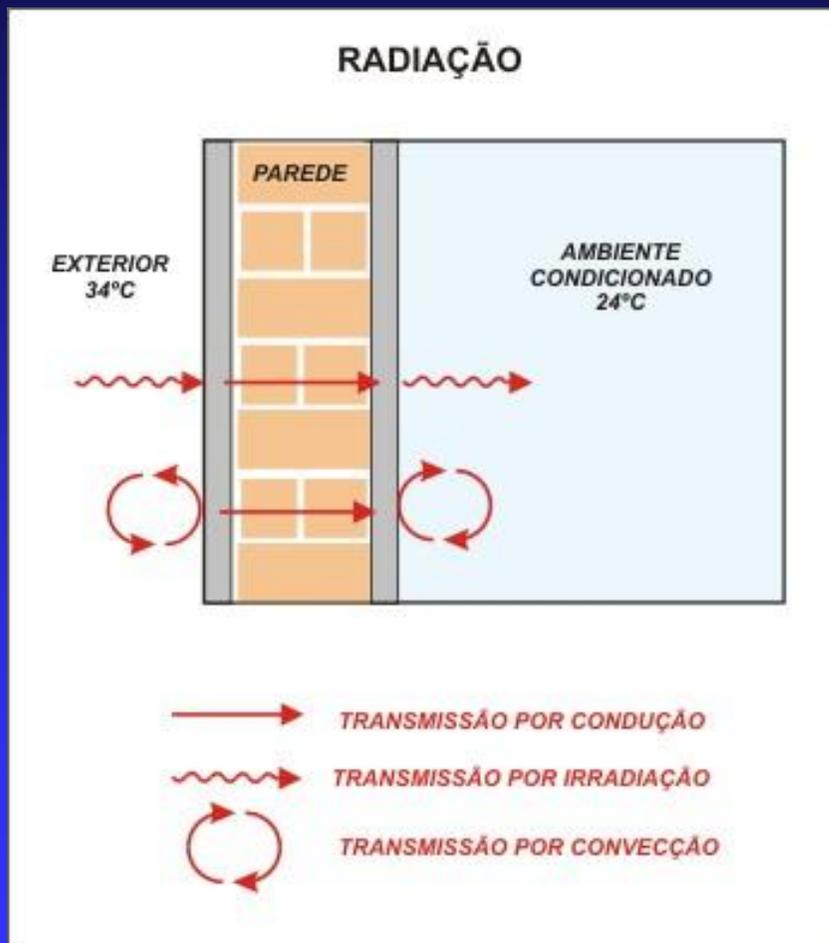


**Radiação:** transmissão de calor na ausência de matéria, ou seja, através do vácuo. A transmissão se dá através de ondas eletromagnéticas.



O Sol aquece a Terra através dos raios infravermelhos.



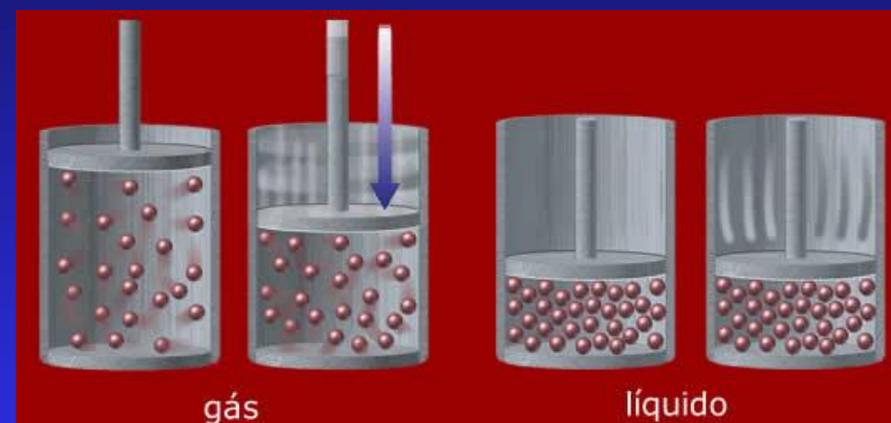
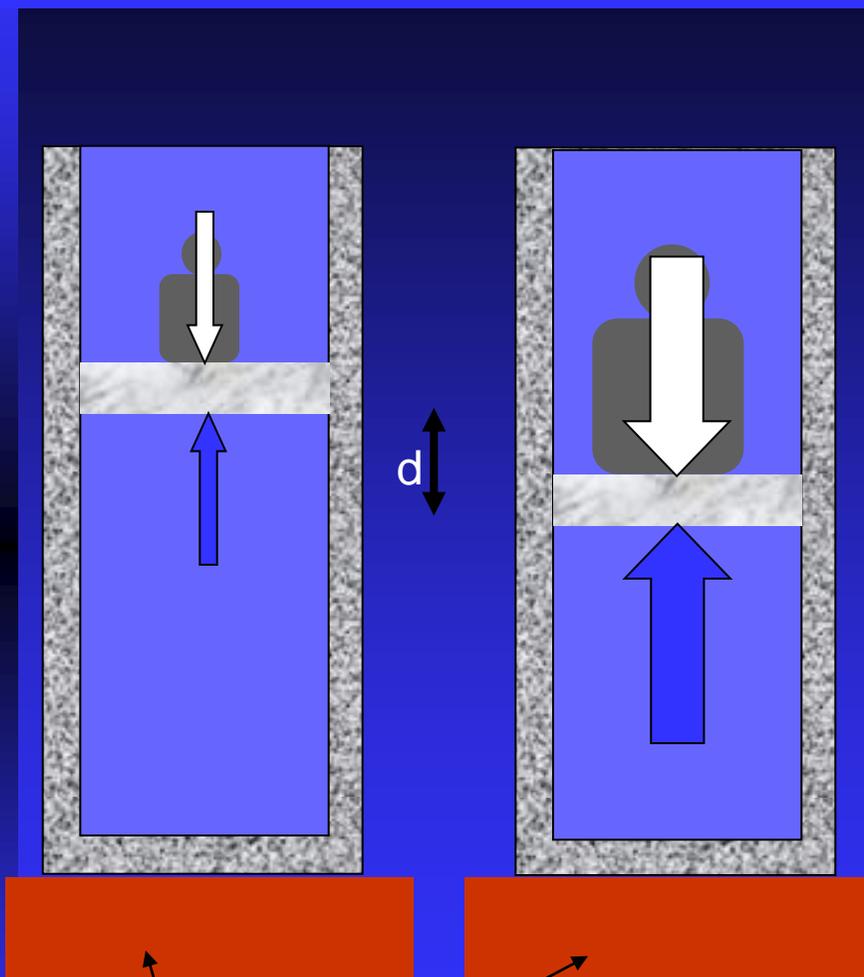




Jornal Zero Hora - 14/11/1996

# 1ª Lei da Termodinâmica

# 1ª Lei da Termodinâmica



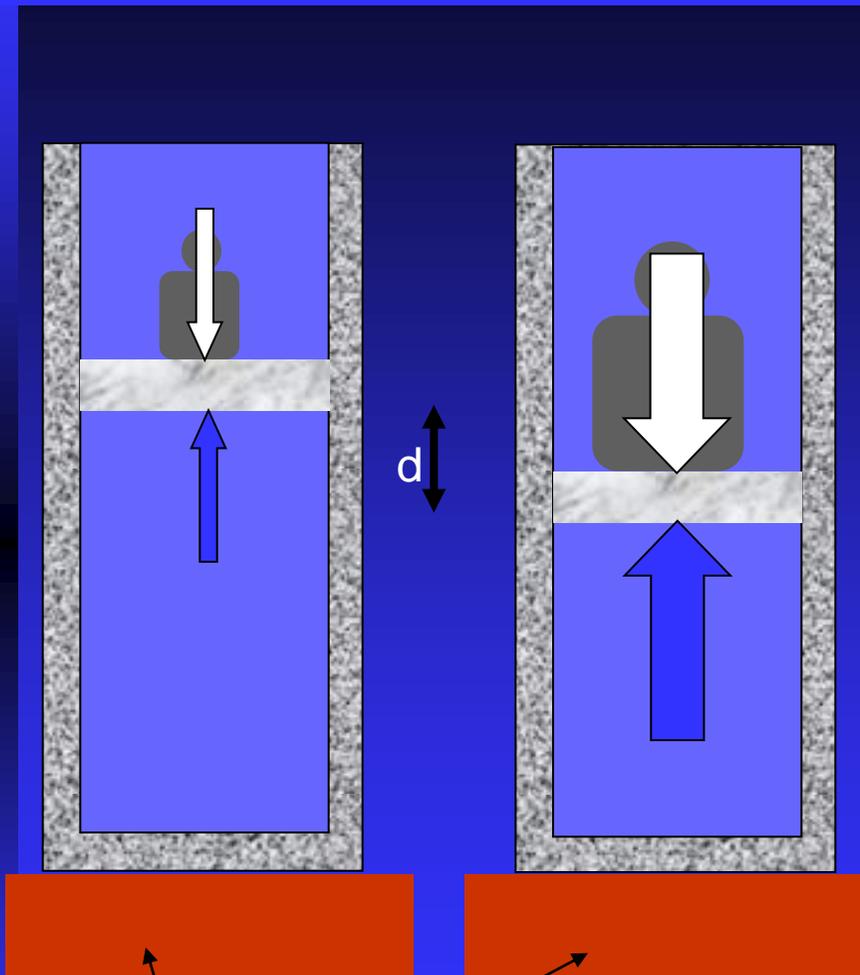
Reservatório térmico

# 1ª Lei da Termodinâmica

Disciplina: Física Geral 1

Prof. Heurison S. Silva

Temperatura, calor, 1ª Lei da Termodinâmica



$Q > 0 \rightarrow$  sistema recebe calor

$Q < 0 \rightarrow$  sistema perde calor

$Q = 0 \rightarrow$  não há troca de calor

$$p = \frac{F}{A}$$

$$W = F \cdot d$$

$$W = p \cdot A \cdot d = p \cdot V$$

$$W = \int_{V_i}^{V_f} p \cdot dV$$

Trabalho termodinâmico

$W > 0 \rightarrow$  o sistema realiza trabalho

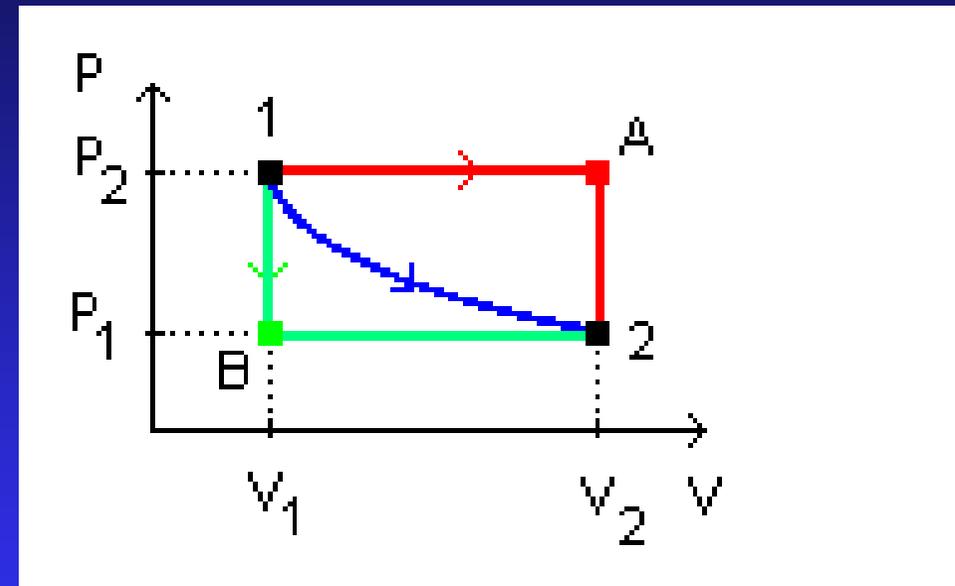
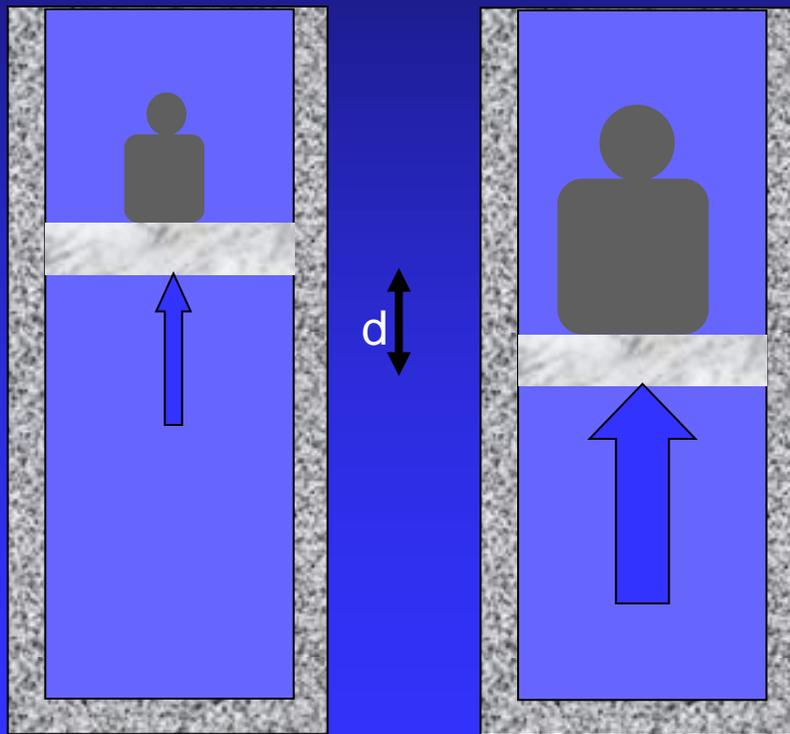
$W < 0 \rightarrow$  a vizinhança realiza trabalho

$W = 0 \rightarrow$  nenhum trabalho é realizado

Reservatório térmico

# 1ª Lei da Termodinâmica

Processo térmico: levar o sistema (gás) do estado 1 (inicial) ao estado 2 (final)



Há varias maneiras. Consideremos três:

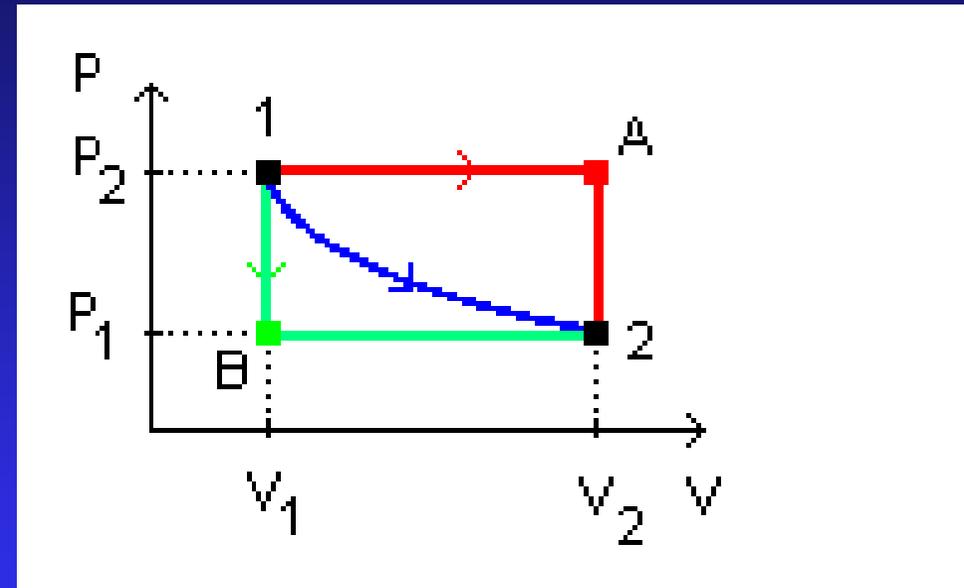
- 1) Caminho azul
- 2) Caminho vermelho
- 3) Caminho verde

## Caminho azul

$p$  diminuiu,  $V$  aumentou

$W = \text{área sob o gráfico}$

$W > 0$  (expansão do gás)



## Caminho vermelho

Trajeto 1A (p constante)  
V aumentou, T aumentou

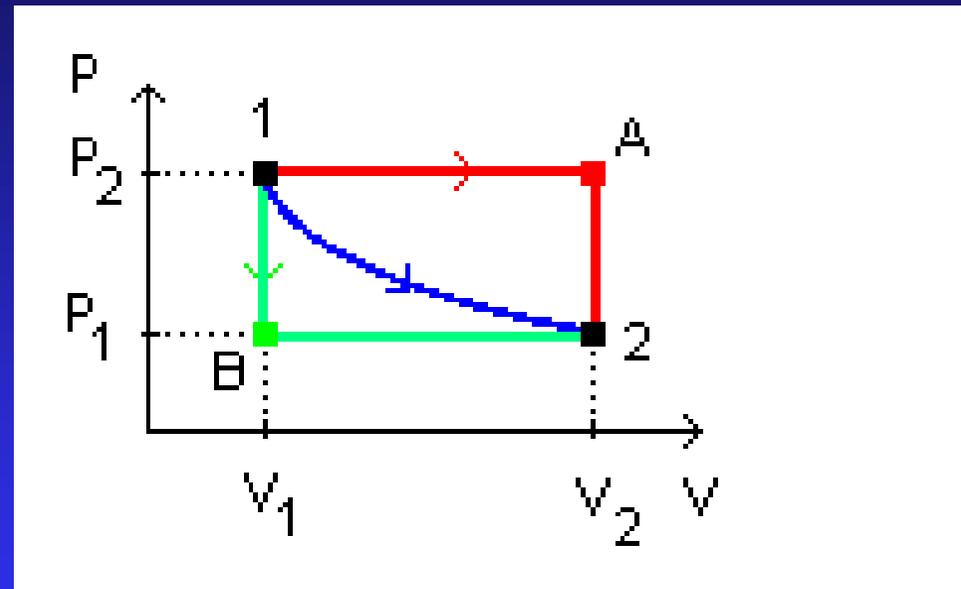
$W > 0$  (expansão do gás)

$Q > 0$  (gás recebeu calor)

Trajeto A2 (V constante)  
p diminuiu, T diminuiu

$W = 0$

$Q < 0$  (gás perdeu calor)



$$W_{\text{total}} > 0$$

## Caminho verde

Trajeto 1B (V constante)  
p diminuiu, T diminuiu

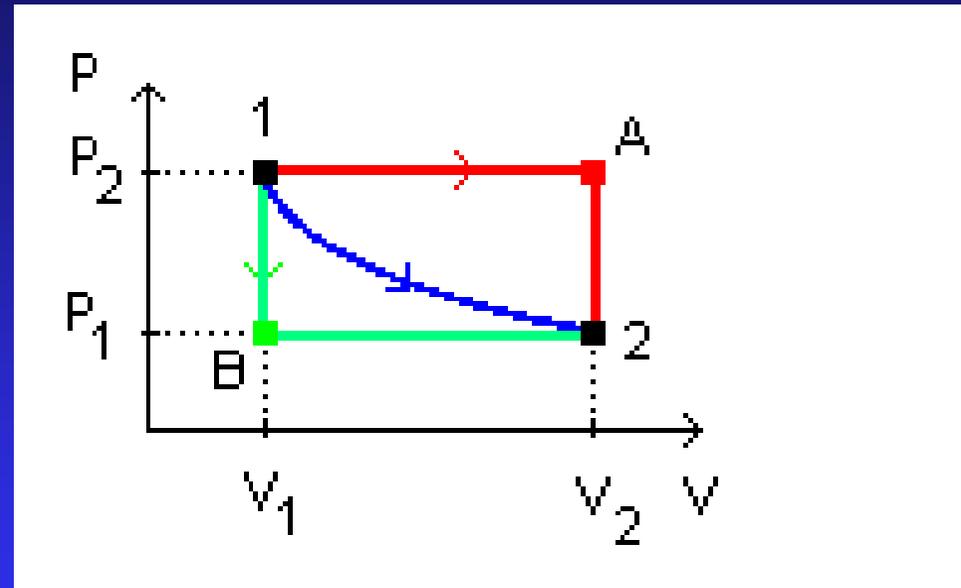
$$W = 0$$

$Q < 0$  (gás perdeu calor)

Trajeto B2 (p constante)  
V aumentou, T aumentou

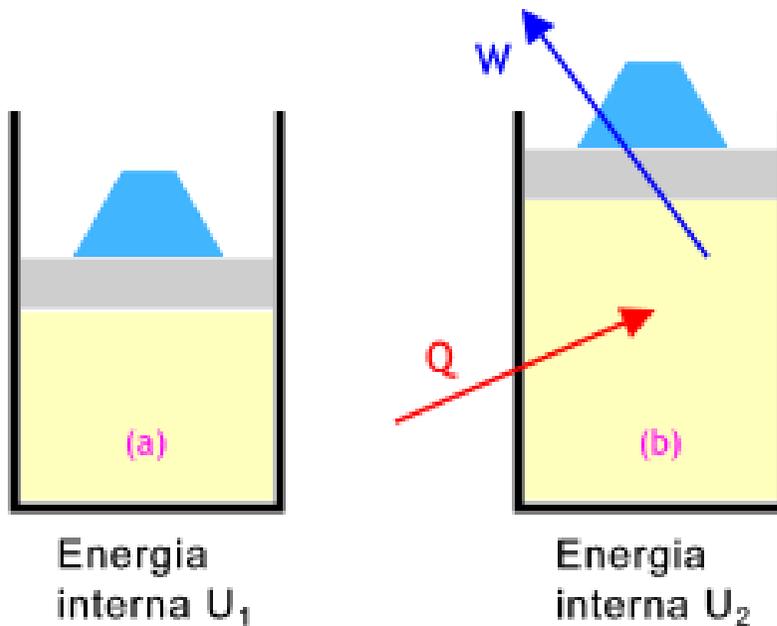
$W > 0$  (expansão do gás)

$Q > 0$  (gás recebeu calor)



$$W_{\text{total}} > 0$$

# 1ª Lei da Termodinâmica



A energia interna  $E_{\text{interna}}$  tende a crescer se energia é adicionada em forma de calor  $Q$  e tende a diminuir se a energia for perdida em forma de trabalho  $W$  realizado pelo sistema.

$$\Delta E_{\text{interna}} = E_{\text{int,final}} - E_{\text{int,inicial}} = Q - W$$

ou  $dE_{\text{interna}} = dQ - dW$

Casos especiais

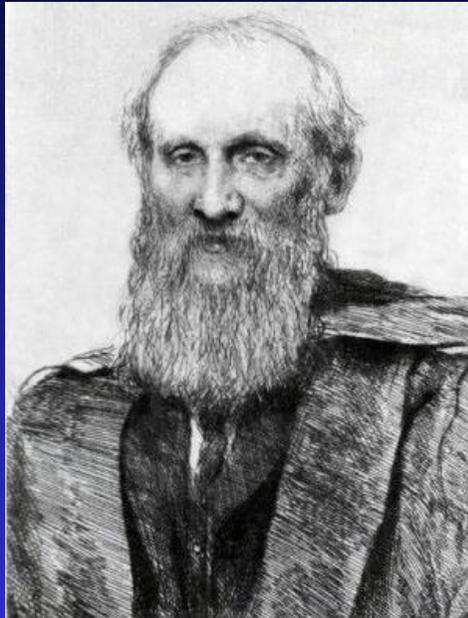
$$\Delta E_{\text{interna}} = Q - W$$

Processo	Restrição	Conseqüência
Adiabático	$Q = 0$	$\Delta E_{\text{int}} = -W$
Volume constante	$W = 0$	$\Delta E_{\text{int}} = Q$
Ciclo fechado	$\Delta E_{\text{int}} = 0$	$Q = W$
Expansão livre	$Q = W = 0$	$\Delta E_{\text{int}} = 0$

# Alguns pensadores da Termodinâmica

Disciplina: Física Geral 1  
Prof. Heurison S. Silva

Temperatura, calor, 1ª Lei da Termodinâmica



Kelvin, Sir William Thomson (1824-1907)  
Definiu a escala absoluta de temperatura.



Ander Celsius apresenta a escala de temperatura com  $0^{\circ}$  representando o ponto de fusão da água e o  $100^{\circ}$  representando seu ponto de ebulição.

Nicolas Léonard Sadi Carnot (1776-1832)  
Enunciou a 2ª Lei da Termodinâmica  
Definiu o princípio das máquinas térmicas



Obrigado pela atenção!



