

Temperatura & Calor

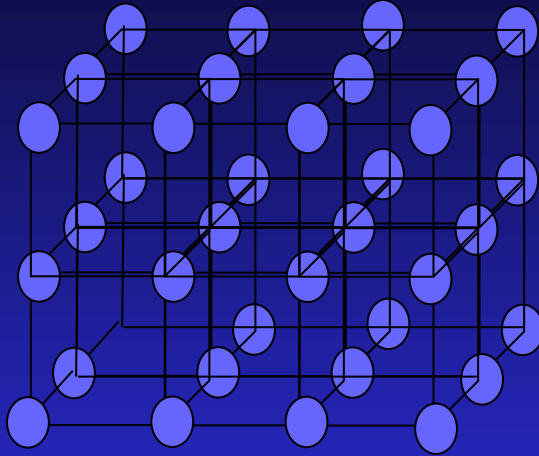
Transmissão de calor

1ª Lei da Termodinâmica

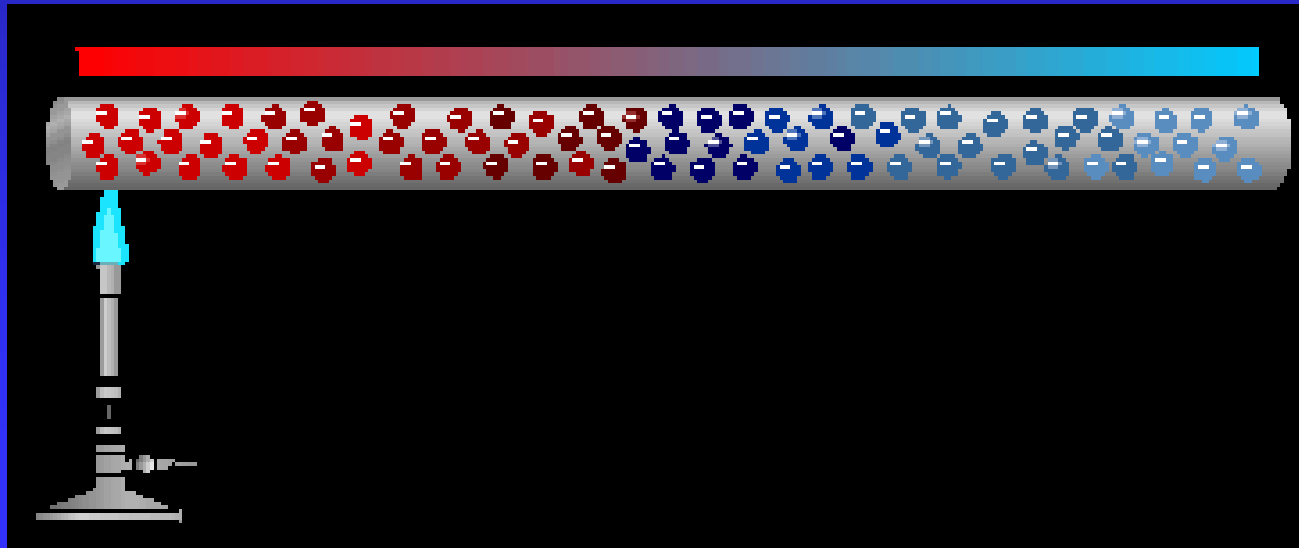
Disciplina: Física Geral 1

Prof. Heurison S. Silva

Temperatura

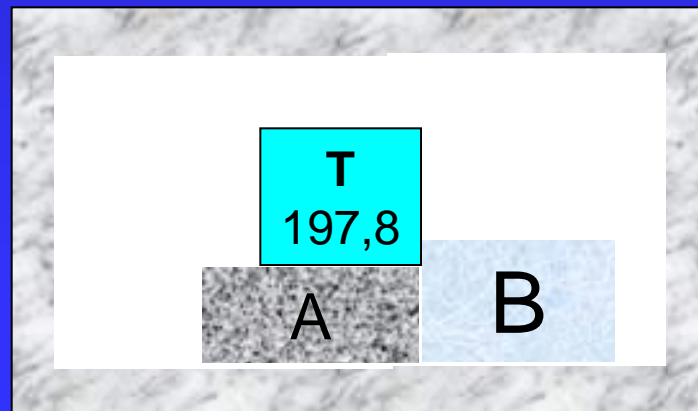
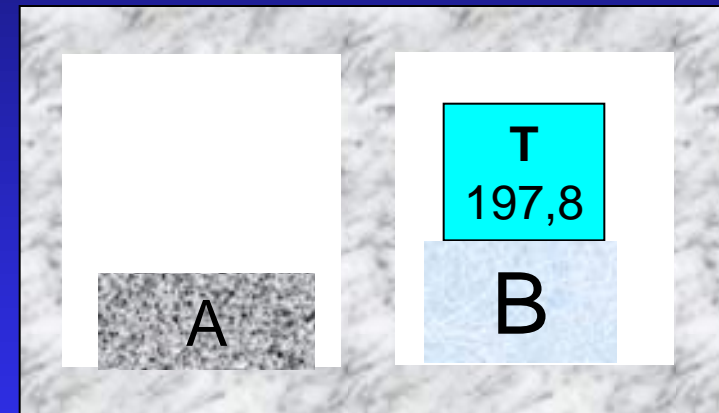
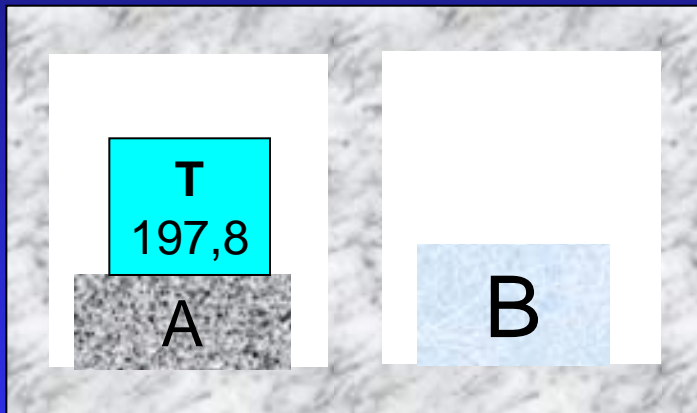


Temperatura: é o grau de agitação das partículas (átomos, moléculas) de um corpo.

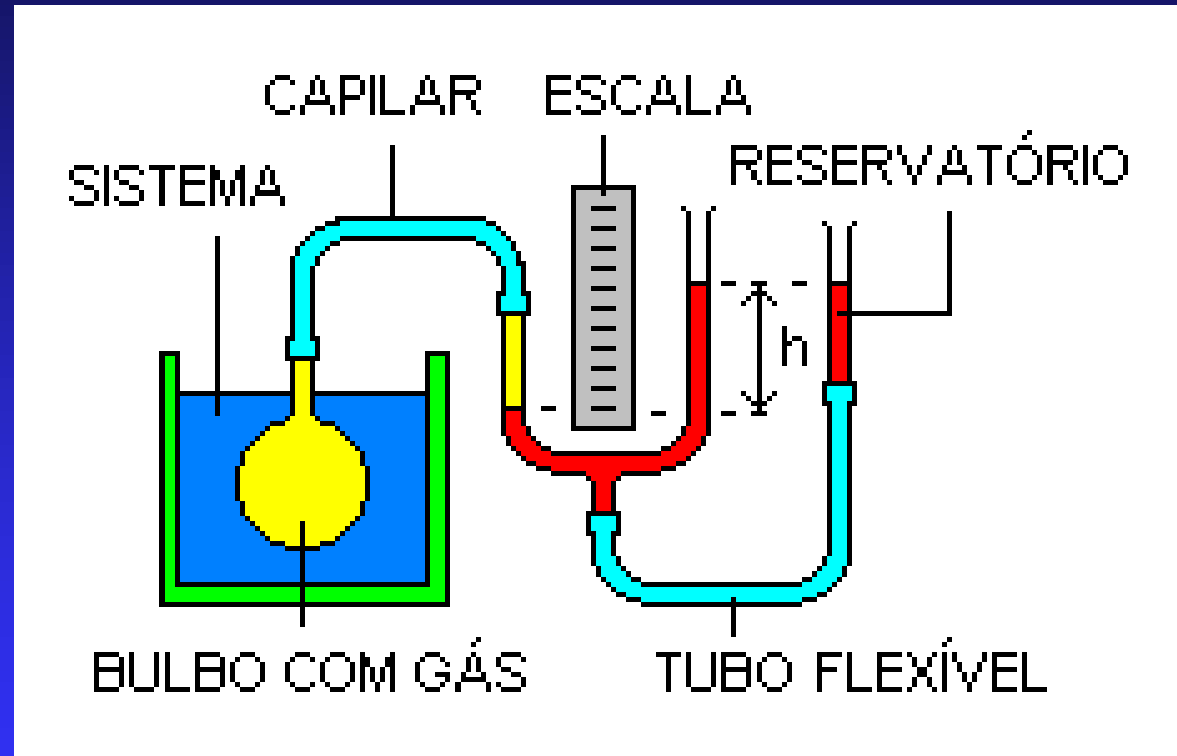


Lei zero da termodinâmica

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



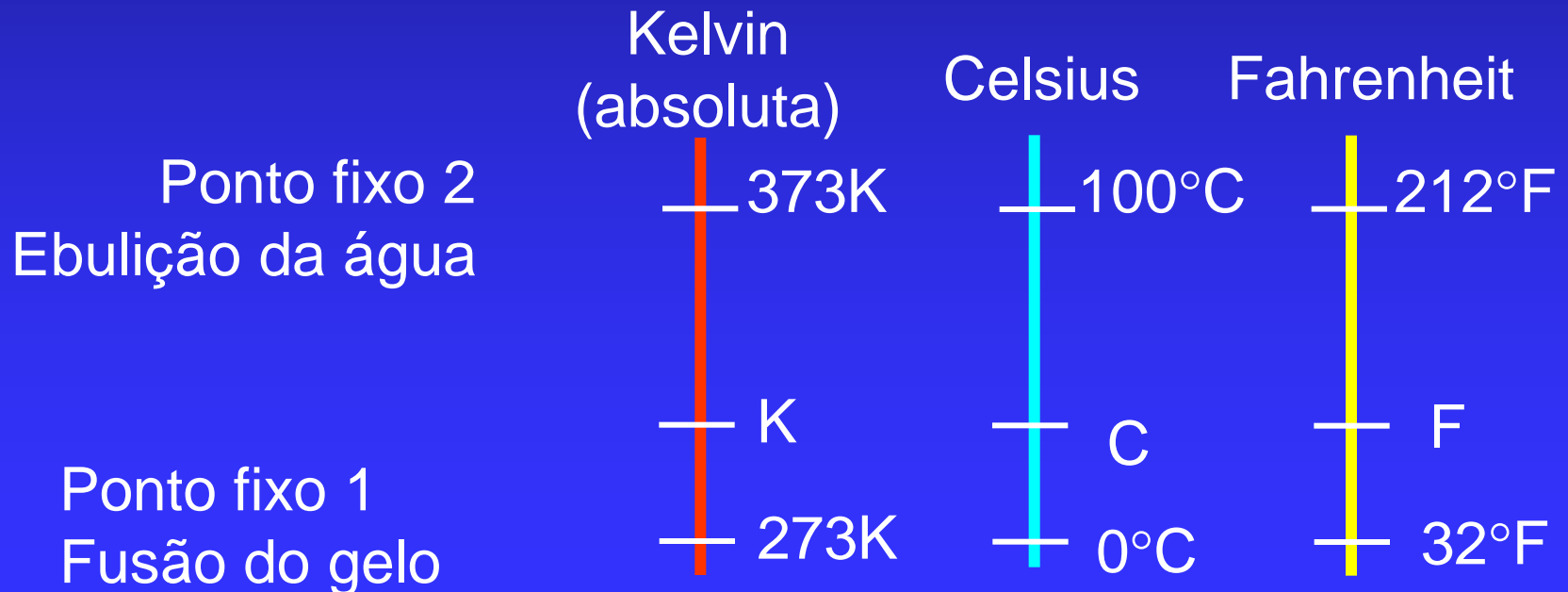
$$T = (273,16K) \left(\frac{p}{p_3} \right)$$

Definição de temperatura

Escalas termométricas

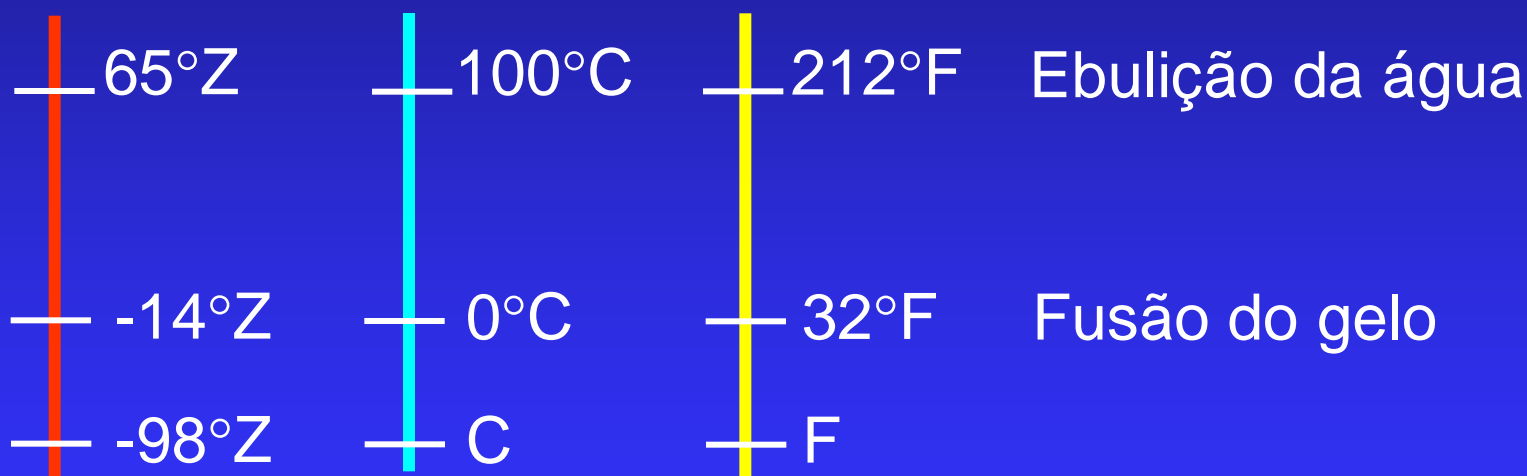
Pontos de referência ou pontos fixos:

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



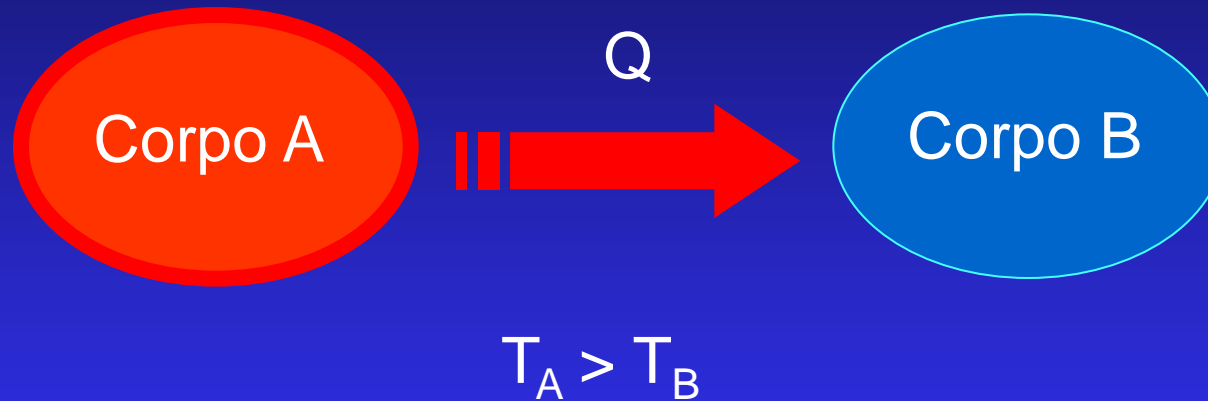
Exemplo 1

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:

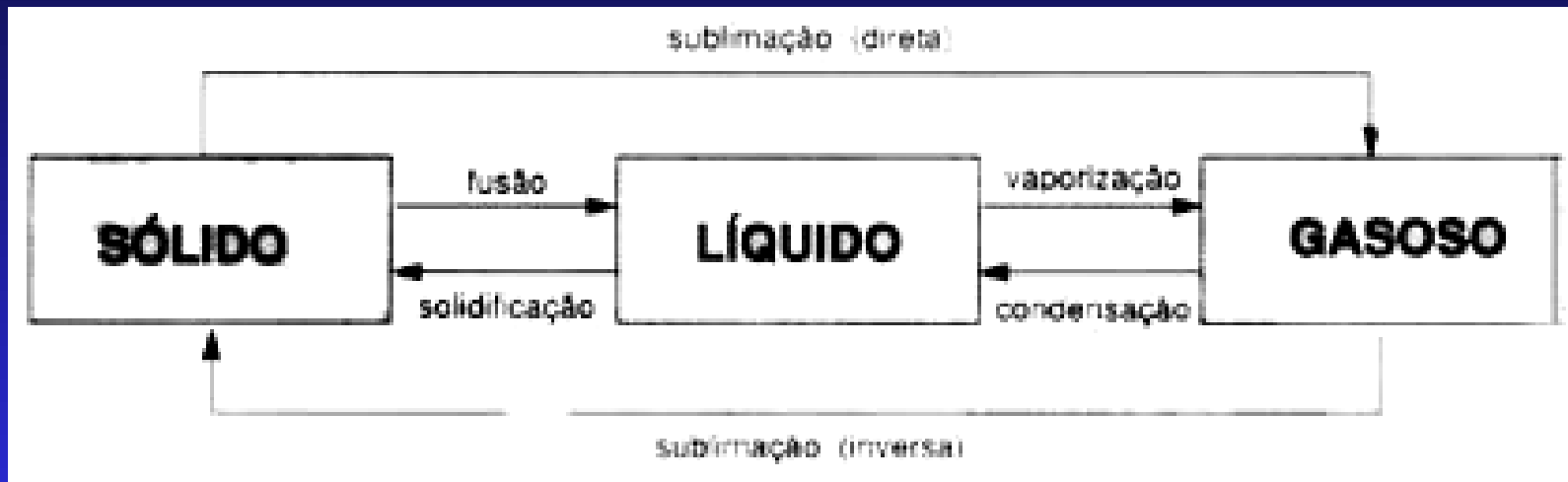
❖ cal/g

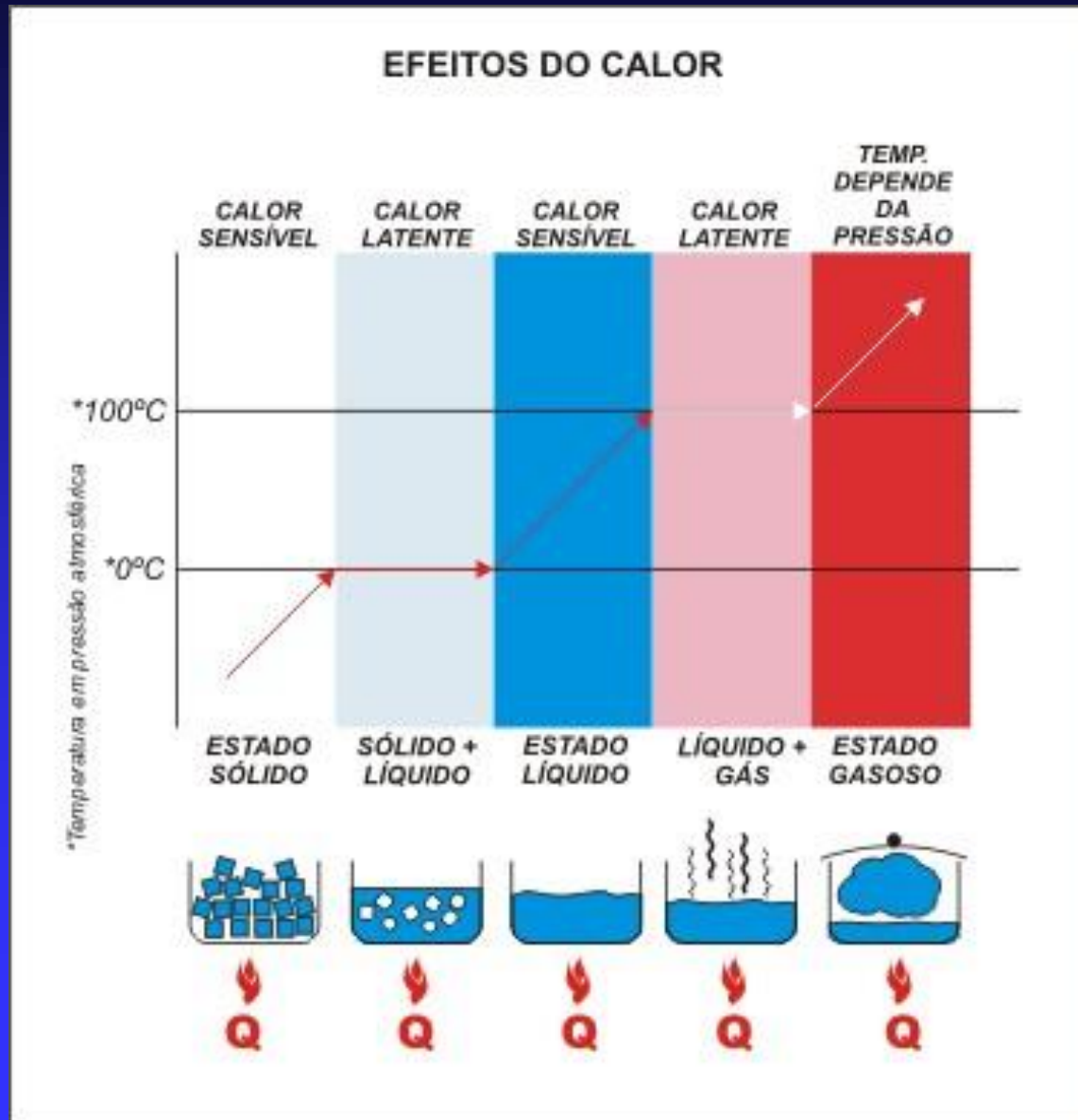
❖ J/kg

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

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

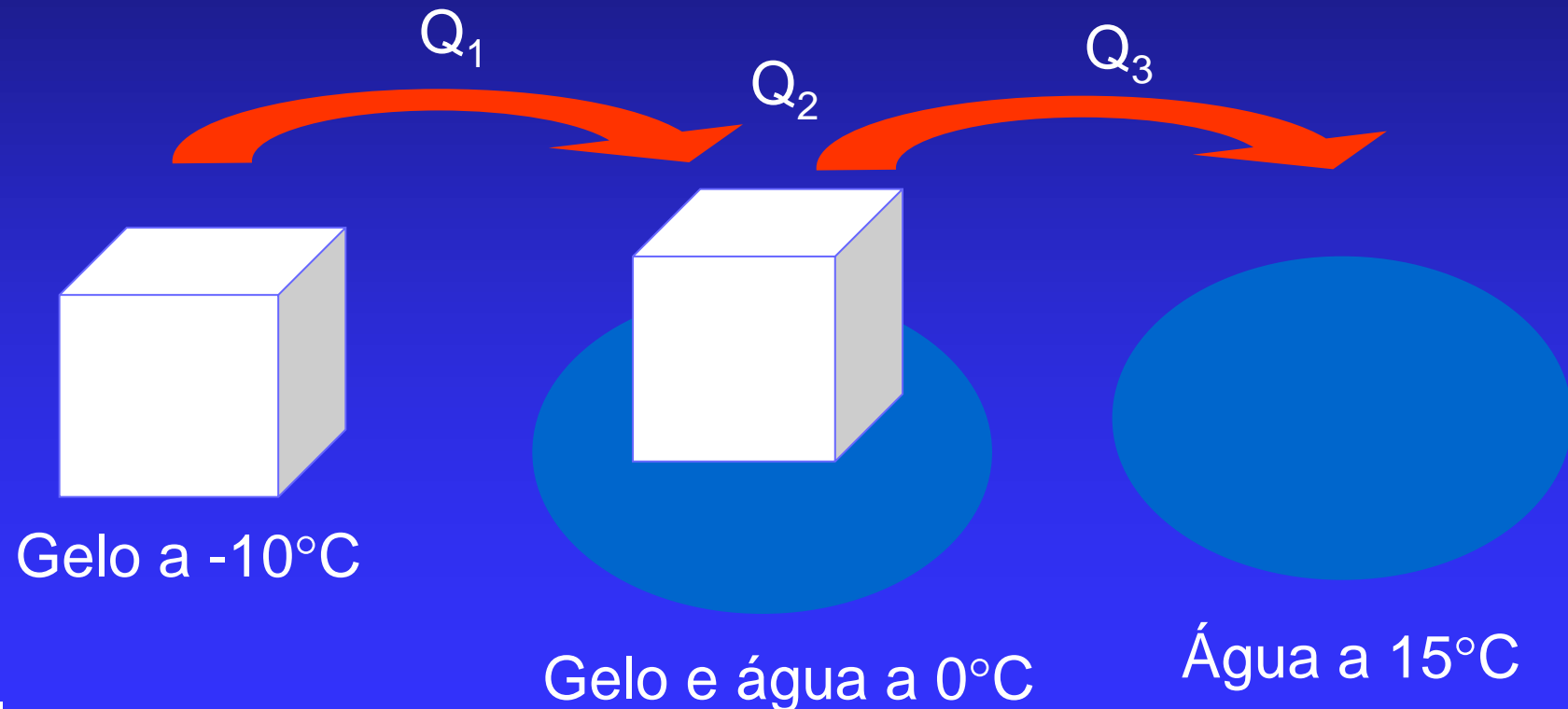
Estados físicos da matéria e as transformações de fase





Exemplo 2

Qual a quantidade de calor que deve ser absorvida por uma amostra de gelo de massa 720 g a -10°C para ser levada ao estado líquida a 15°C ?

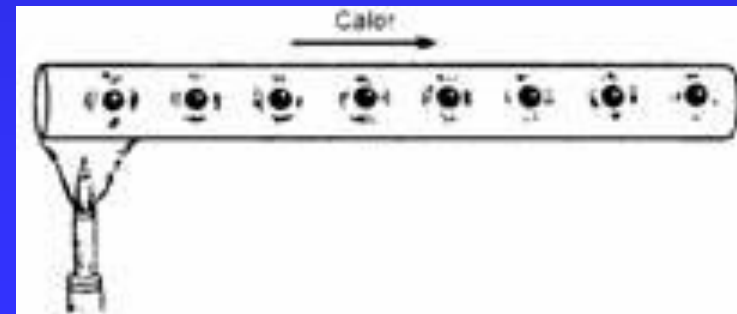
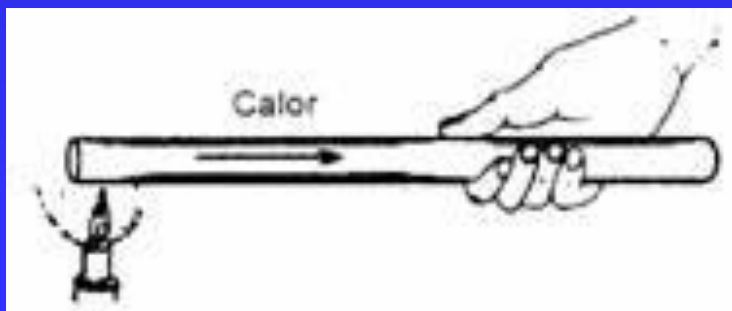
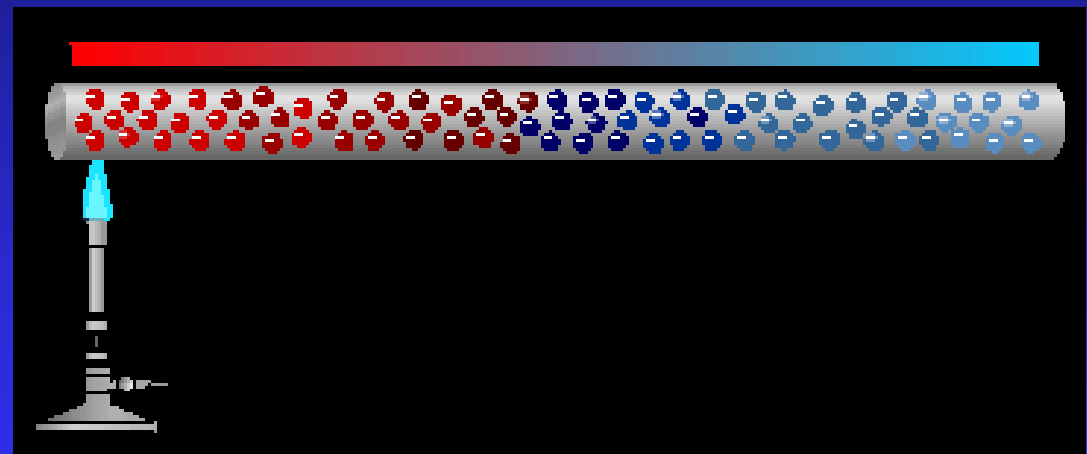


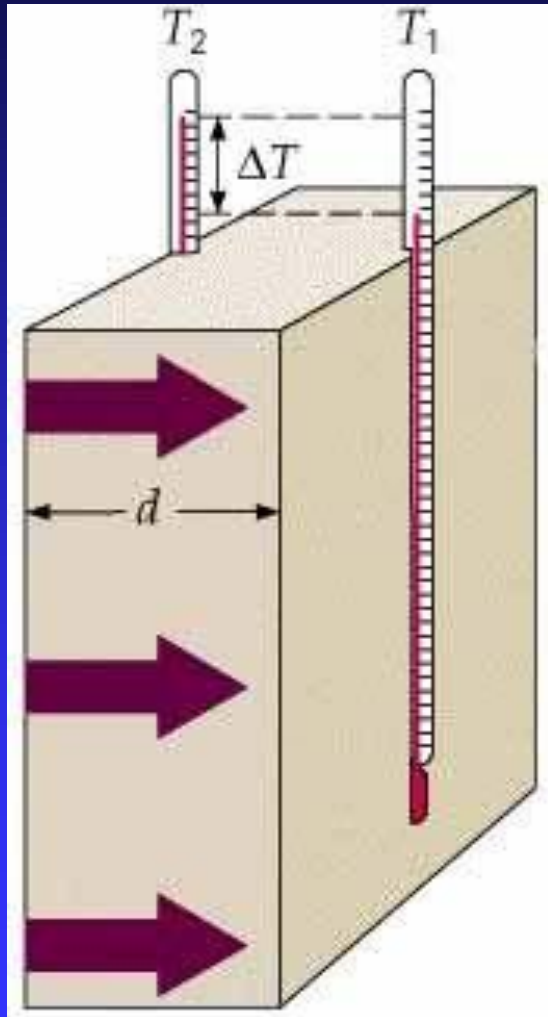
Transmissão de calor



Condução:

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



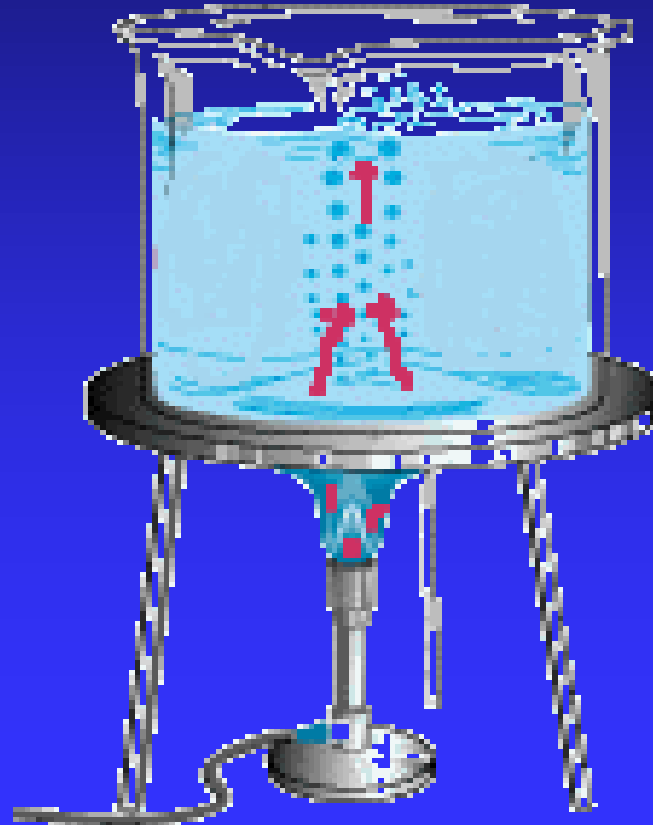


(Taxa de condução de calor)

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

- ❖ 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.

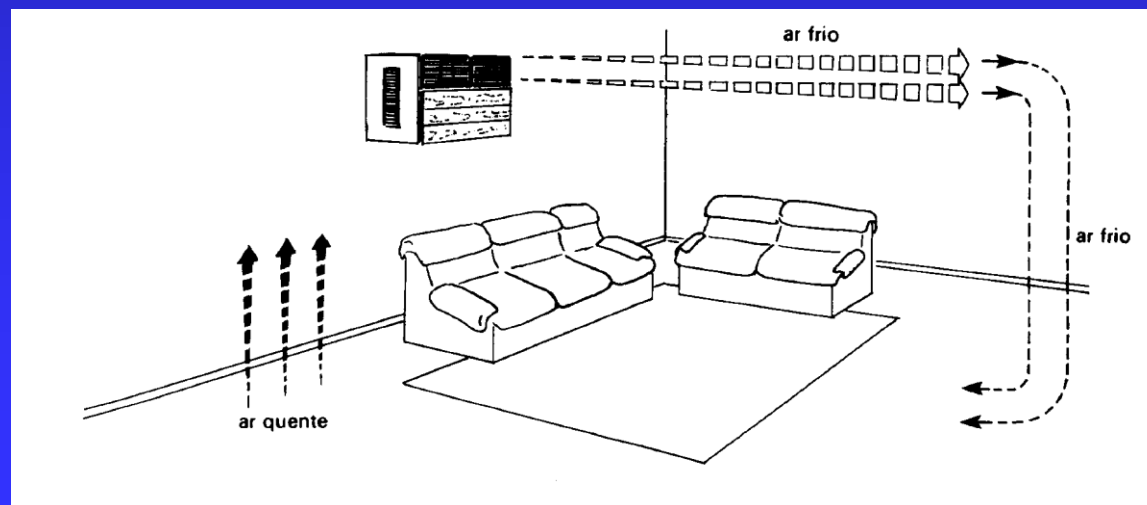
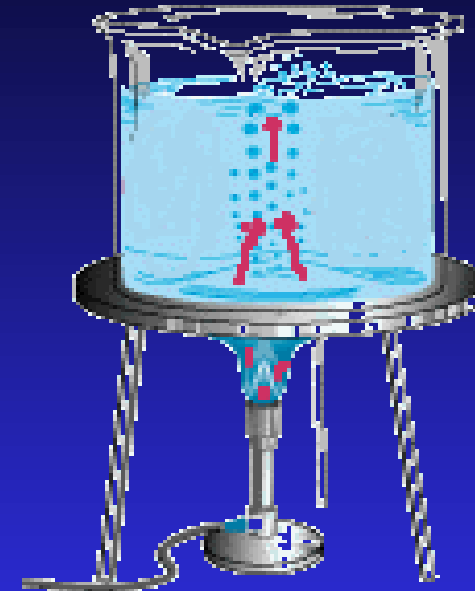
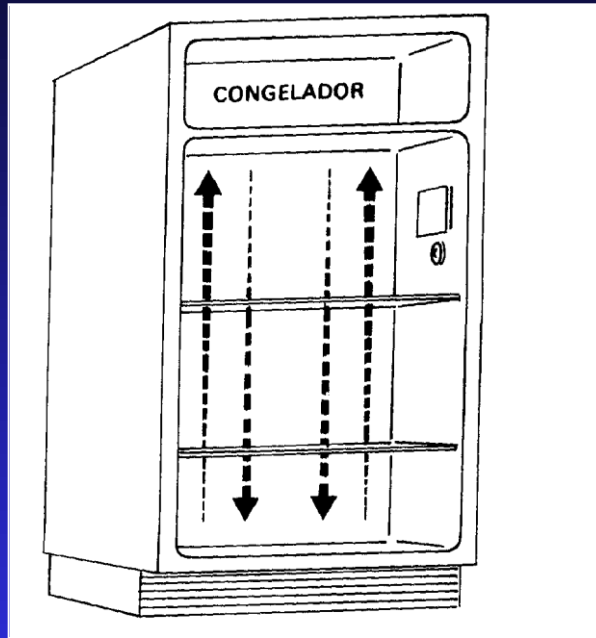


Transmissão de calor

Disciplina: Física Geral 1

Prof. Heurison S. Silva

Temperatura, calor, 1ª Lei da Termodinâmica

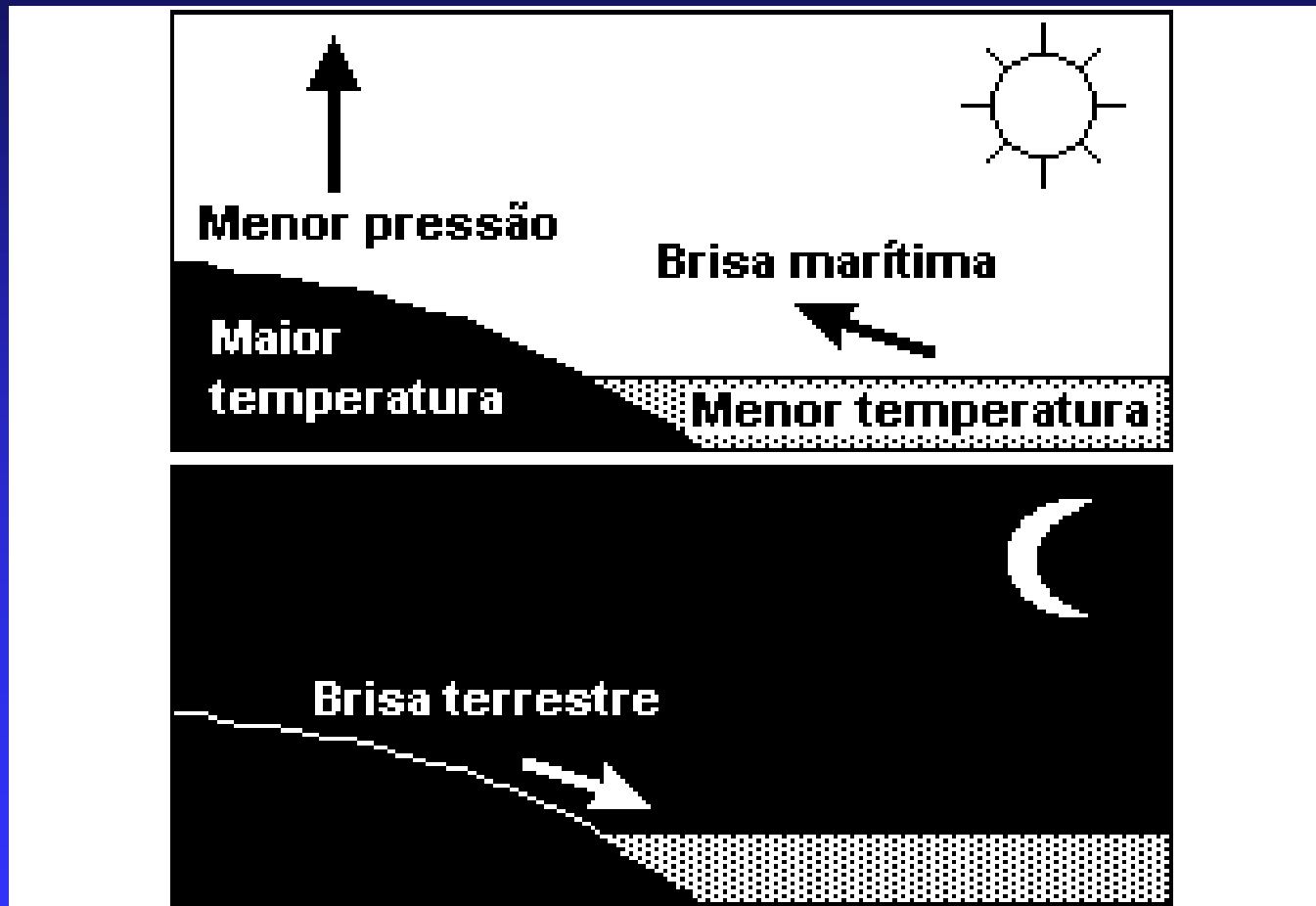


Transmissão de calor

Disciplina: Física Geral 1

Prof. Heurison S. Silva

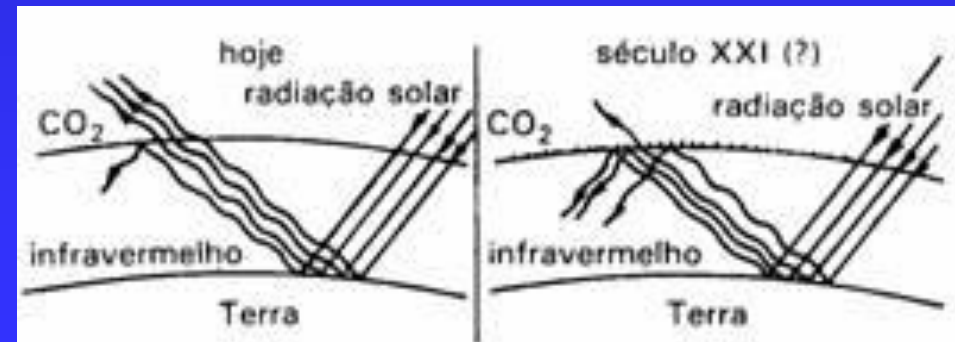
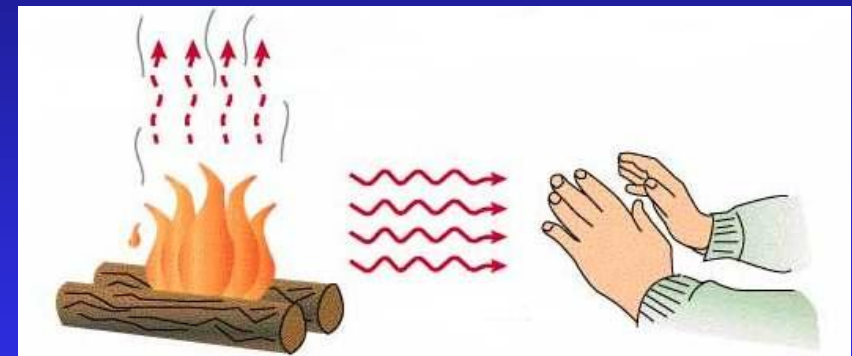
Temperatura, calor, 1ª Lei da Termodinâmica

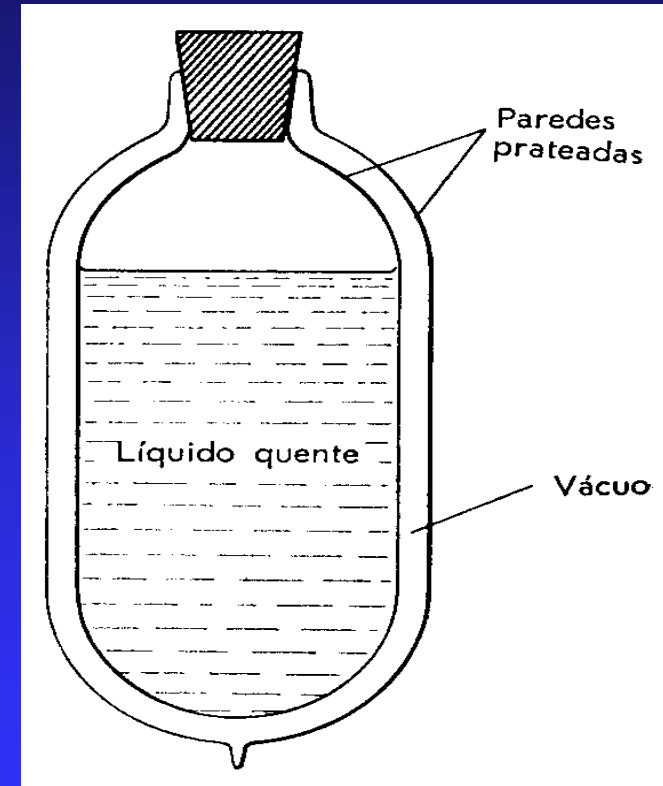
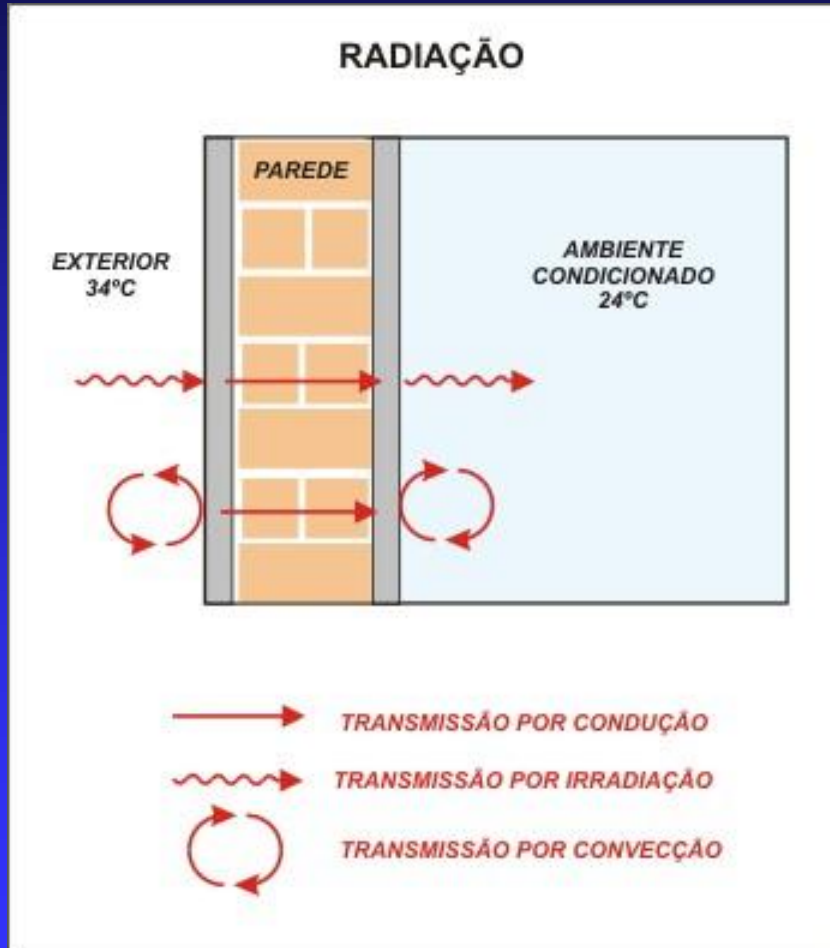


Radiação: transmissão de calor na ausência de matéria, ou seja, através do vácuo. A transmissão se dá através de ondas eletromagnéticas.



O Sol aquece a Terra através dos raios infravermelhos.







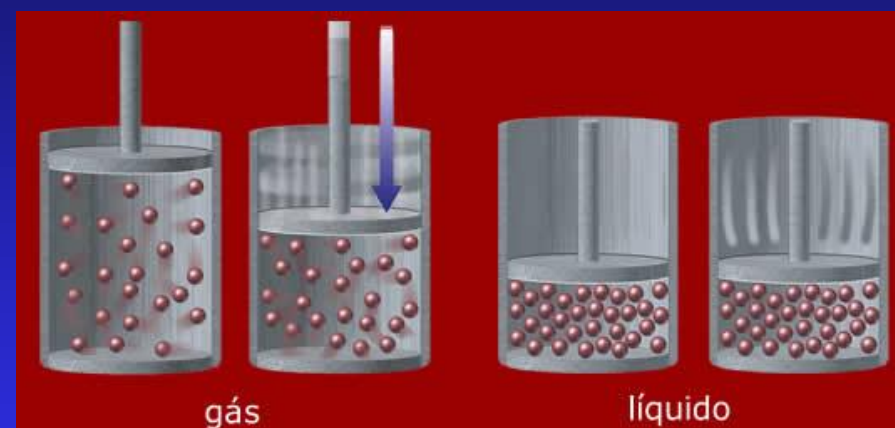
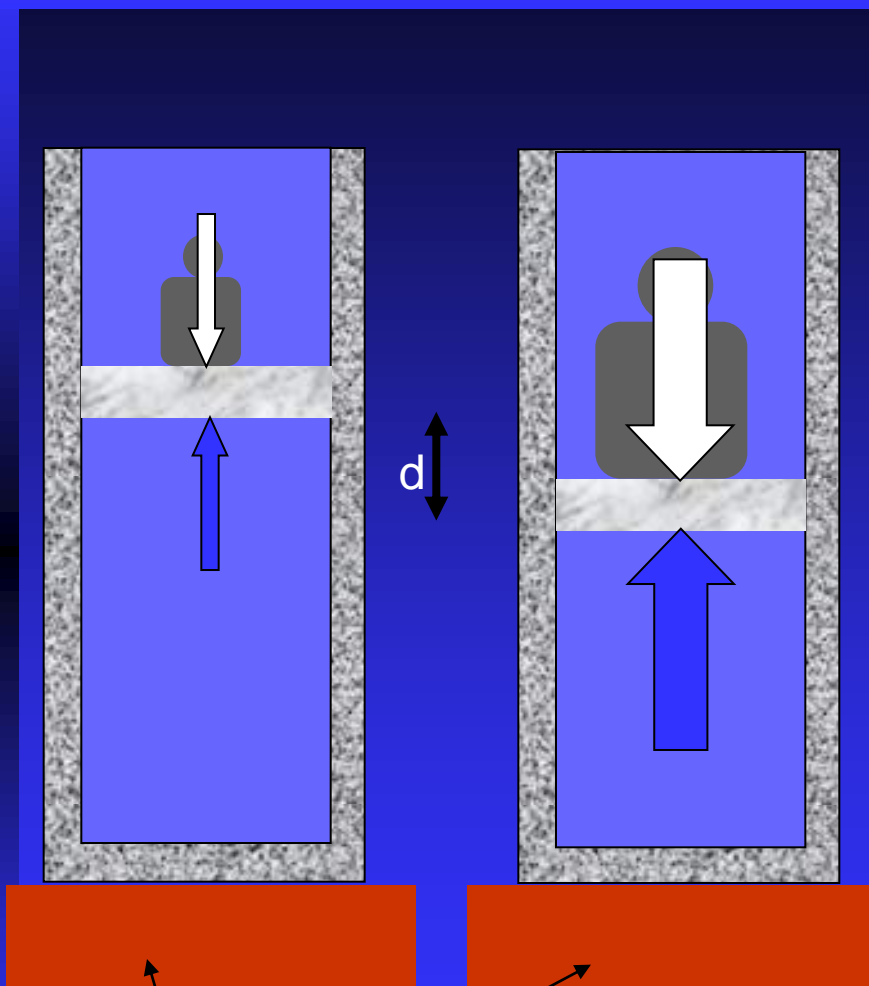
Isolante térmico

Jornal Zero Hora - 14/11/1996



1ª Lei da Termodinâmica

1ª Lei da Termodinâmica



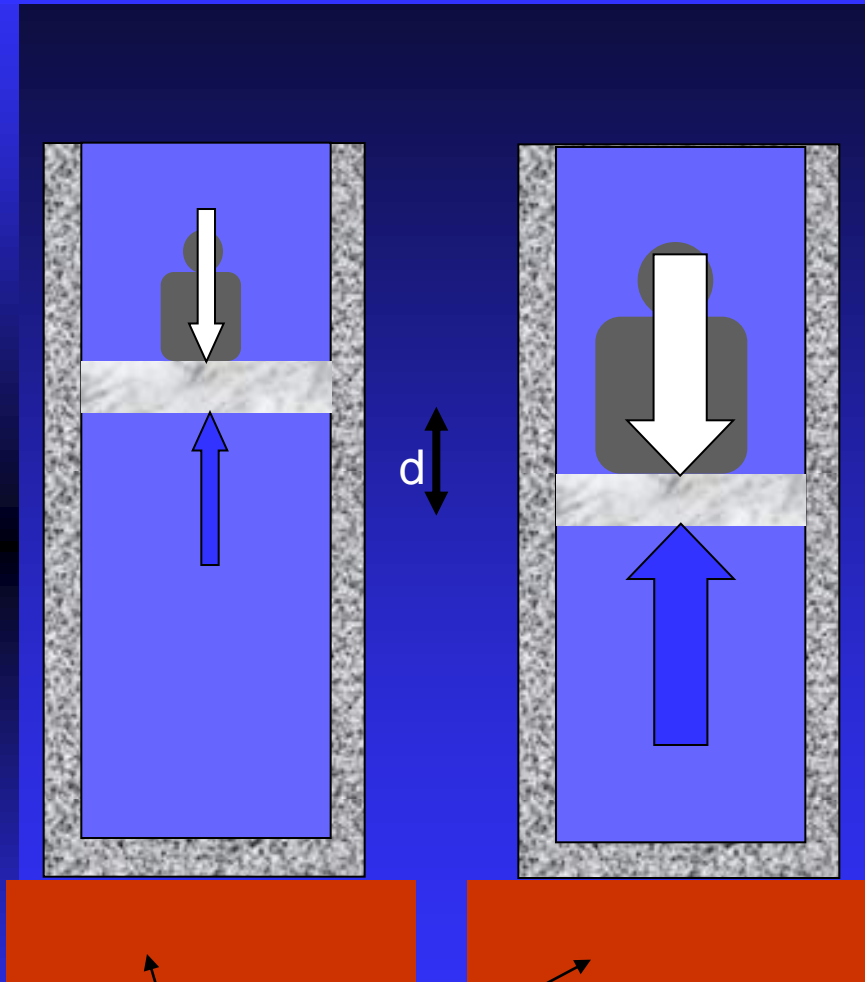
Reservatório térmico

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

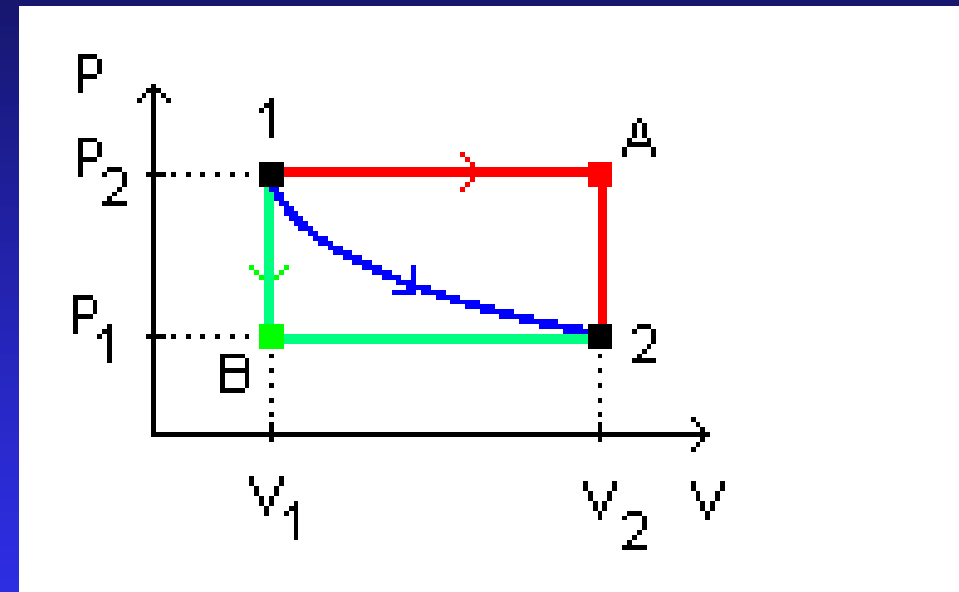
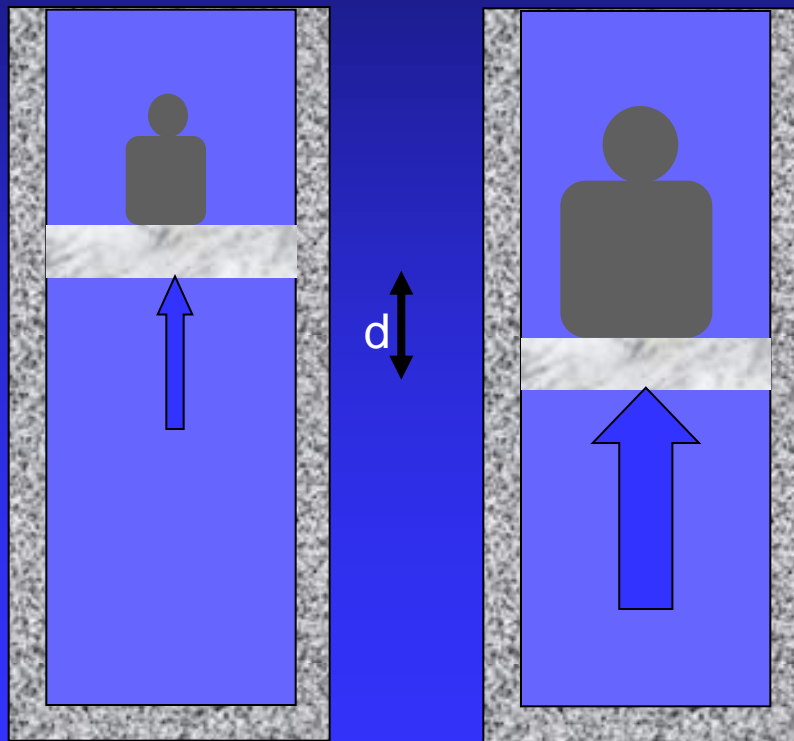
$W > 0 \rightarrow$ o sistema realiza trabalho

$W < 0 \rightarrow$ a vizinhança realiza trabalho

$W = 0 \rightarrow$ nenhum trabalho é realizado

Reservatório térmico

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



Há varias maneiras. Consideremos três:

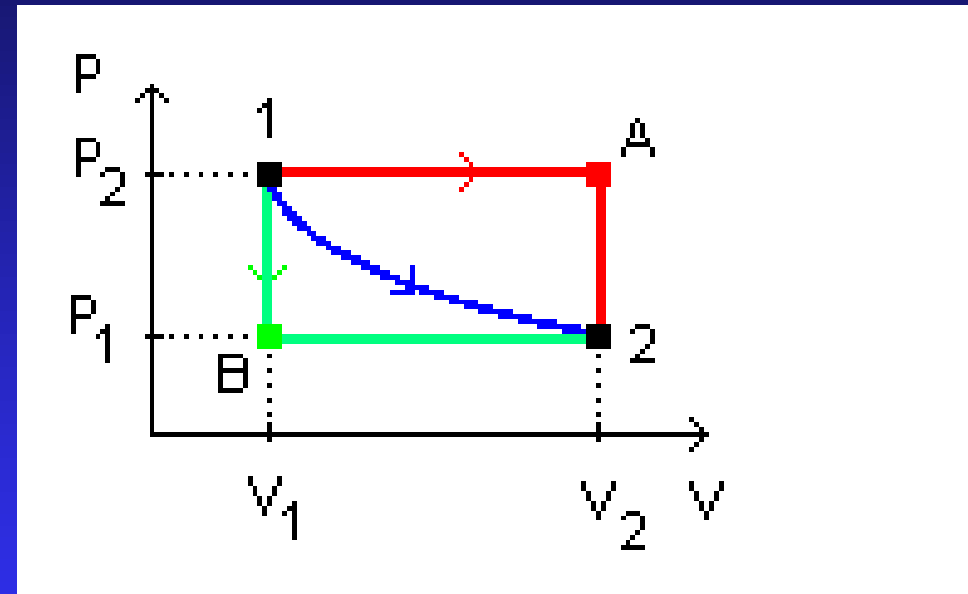
- 1) Caminho azul
- 2) Caminho vermelho
- 3) Caminho verde

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

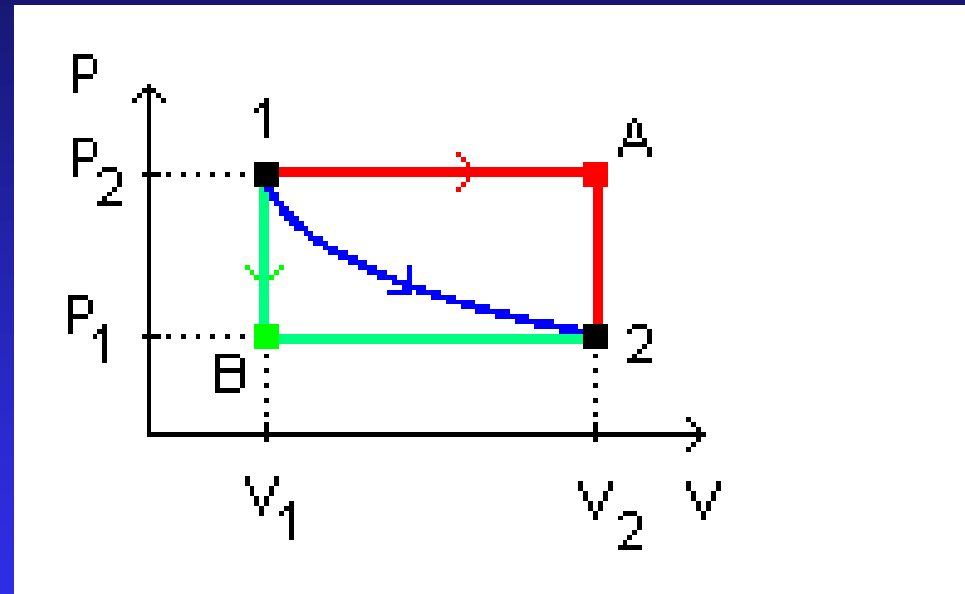
$W > 0$ (expansão do gás)

$Q > 0$ (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

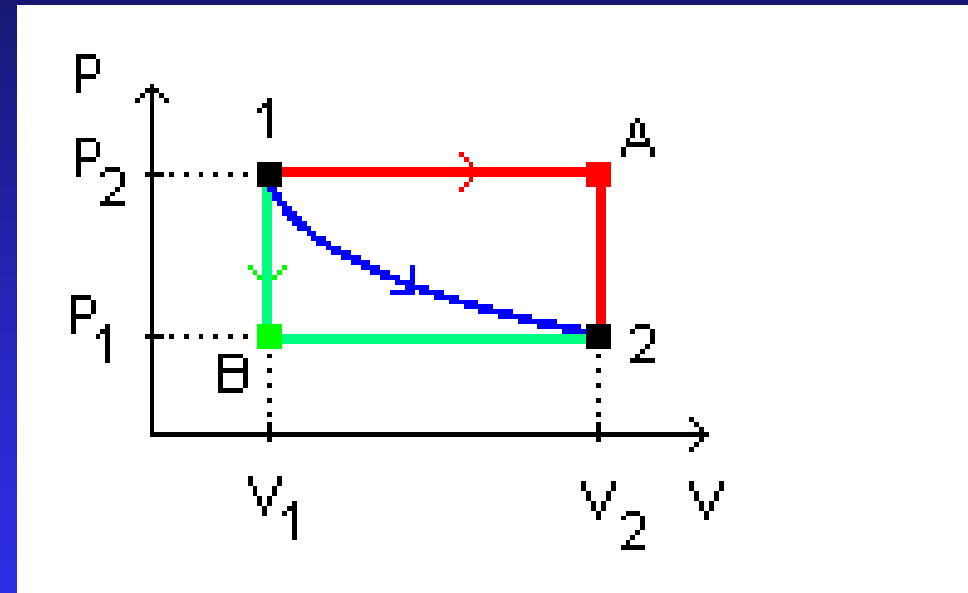
$$W = 0$$

$Q < 0$ (gás perdeu calor)

Trajeto B2 (p constante)
V aumentou, T aumentou

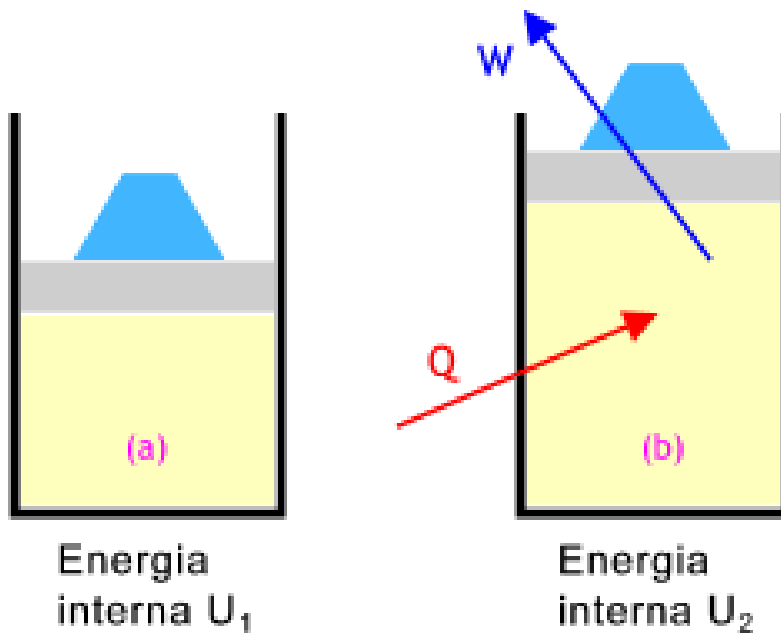
$W > 0$ (expansão do gás)

$Q > 0$ (gás recebeu calor)



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

1ª Lei da Termodinâmica



A energia interna E_{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

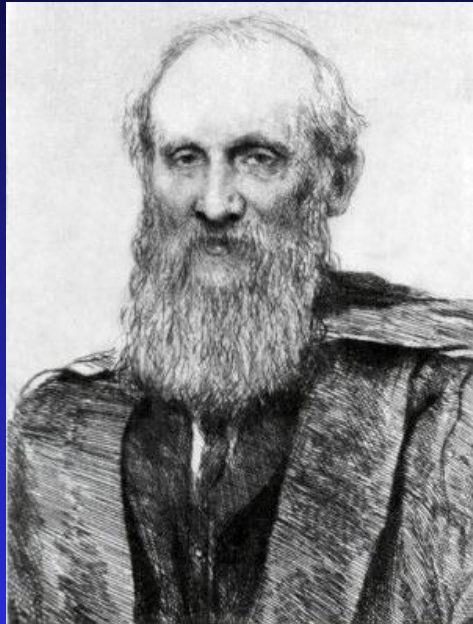
$$\Delta E_{\text{interna}} = Q - W$$

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° representando o ponto de fusão da água e o 100° 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!

