

# FZEB0171 – Física Geral e Experimental I

## Aula 17

Eliria M. J. Agnolon Pallone  
eliria@usp.br

# Termodinâmica

Termodinâmica trata da transformação de todo tipo de energia, de uma forma para outra.

As restrições em que tais transformações são observadas para ocorrer são conhecidas como a **primeira** e a **segunda** leis da termodinâmica.

# Energia em Processos Térmicos

Energia pode existir em diferentes formas. A energia total do sistema ( $E$ ) é constituída de formas macroscópica e microscópica.

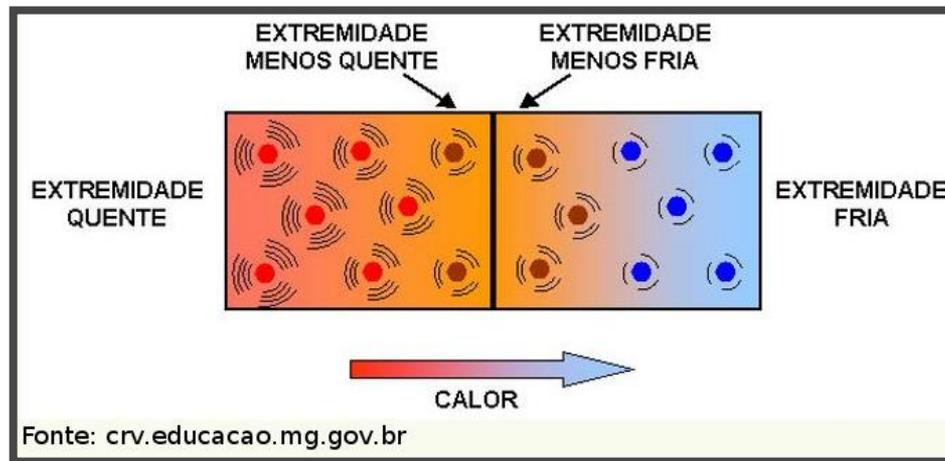
As formas macroscópicas são aquelas que o sistema possui em relação a sua vizinhança, tal como energias cinética ( $EC$ ) [movimento] e potencial ( $EP$ ) [posição].

$$\text{Macroscópica } E = EC + EP$$

A soma de todas as formas de energias microscópicas é chamada de energia interna do sistema.

Ela leva em conta os movimentos internos das moléculas que movem com alguma velocidade (translação), vibram em relação a outra (vibracional, interação) e movem em torno de um eixo durante o movimento randômico (rotação).

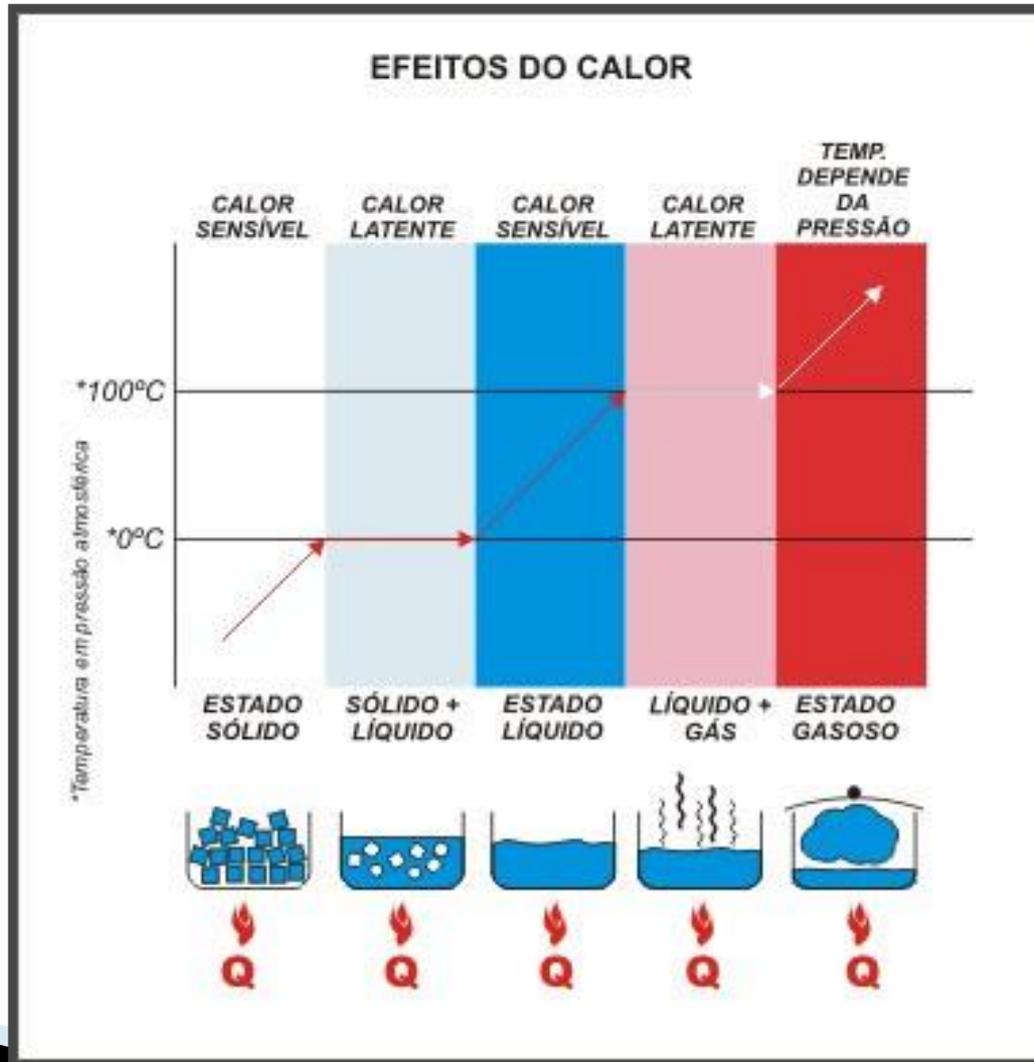
**Calor** é uma palavra que denota energia em trânsito como o resultado de um gradiente de temperatura (Experimento de Joule)



- Calor é uma medida de transferência de energia, sua unidade no SI é Joule

A caloria é definida com sendo:  $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$

# Calor e Alteração Física da Matéria



## Calor Sensível e Calor Latente

**Calor Sensível:** dizemos que o corpo recebeu calor sensível quando o efeito produzido é a mudança de temperatura.

**Calor Latente:** dizemos que o corpo recebeu calor sensível quando o efeito produzido é a mudança de estado físico.

## Quantificação do Calor Sensível ou Equação Fundamental da Calorimetria

A quantidade de calor recebida ou cedida por um corpo é diretamente proporcional à sua massa e à variação de temperatura sofrida.

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

energia 

 “c” calor específico

Calor específico da água é 4186 J/Kg °C

representa a quantidade de calor em “cal” para elevar a temperatura de um 1 grama de uma substância 1°C, sua unidade é J/Kg.°C.

EX: a energia necessária para elevar de  $3,00\text{ }^{\circ}\text{C}$  a temperatura de  $0,5\text{ Kg}$  de água é:

Uma amostra de  $50\text{g}$  de cobre esta a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Se  $1200\text{J}$  de energia forem adicionados à amostra pelo calor, qual é a temperatura final do cobre?

# Calorimetria

A calorimetria é a parte da física que estuda os fenômenos decorrentes da transferência dessa forma de energia chamada calor. Determinação do calor específico de um corpo:

1. Aquecer o corpo a uma temperatura conhecida.
2. Transferir o corpo quente para um banho de água, com massa e temperatura iniciais conhecidas (calorímetro).
3. Deixar o sistema (calorímetro+corpo) entrar em equilíbrio térmico e medir a temperatura final.

Ao entrarem em contato (corpo+água) dentro do calorímetro, o calor que sai do corpo deve ser igual ao calor que a água recebe.

# Calorimetria

Sistema isolado



Calorimetria é análise executada em um sistema isolado

O princípio de conservação de energia para esse sistema isolado requer que a energia que sai pelo calor da substancia mais quente, se iguala à energia que entra na água

$$Q_{frio} = -Q_{quente}$$

$$m_a c_a (t - t_0) = -m_x c_x (t - T_x)$$

$$c_x = \frac{m_a c_a (t - t_0)}{m_x (t_x - t)}$$



Calcular o calor específico da substancia

A temperatura de um lingote de metal de 0,05Kg é elevada para 200°C e então o lingote é colocado em um Becker isolado contendo 0,4 kg de água inicialmente a 20°C. Se a temperatura final do equilíbrio do sistema combinado for de 22,4°C, qual o calor específico do metal?

## Quantificação do Calor Latente

$$Q = \pm m \cdot L$$



**Calor Latente (L)** de uma mudança de fase é numericamente a quantidade de calor que a substância recebe ou cede, por unidade de massa, durante a transformação, mantendo-se a temperatura constante.

# Trabalho em processo termodinâmico

Na termodinâmica, o trabalho tem um papel fundamental, pois ele pode ser considerado como o objetivo final da construção de uma máquina térmica. Nas antigas máquinas a vapor, por exemplo, gerava-se calor com a queima de combustível, como o carvão. O resultado final era o movimento, ou seja, a realização de trabalho.

$$\omega = - \int_{V_i}^{V_f} P \, dV$$

A pressão varia com o volume durante o processo de expansão

$v_f > v_i \Rightarrow w < 0$  (trabalho feito pelo gás)

$v_f < v_i \Rightarrow w > 0$  (trabalho feito sobre gás)

Uma amostra de gás ideal é expandida para o dobro do seu volume original de  $1,00 \text{ m}^3$  em um processo quase estático para o qual  $P = \alpha v^2$ , com  $\alpha = 5,00 \text{ atm/m}^6$ , como visto na figura. Quanto trabalho é realizado sobre o gás em expansão?

