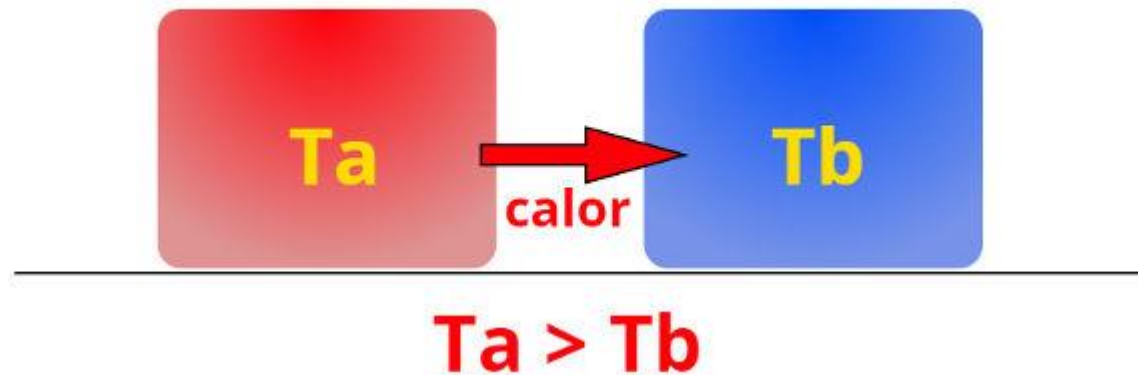


# CALORIMETRIA

**Professor Afonso Teixeira**

# CALORIMETRIA

- **Calorimetria** é a parte da física que estuda os fenômenos relacionados as trocas de energia térmica. Essa energia em trânsito é chamada de calor e ocorre devido a diferença de temperatura entre os corpos.



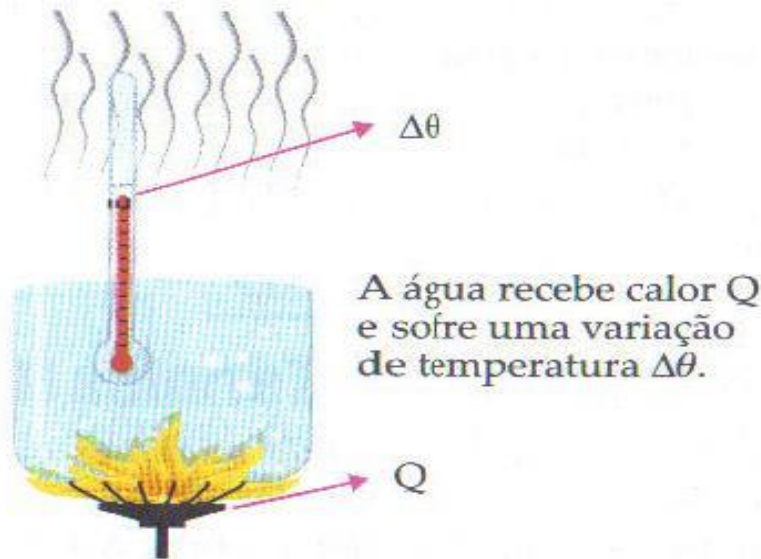
# UNIDADE DE CALOR

- A quantidade de calor ( $Q$ ), no Sistema Internacional de Unidades (SI), é medida em **joule (J)**. Entretanto, por motivos históricas e práticos, pode ser medida em **caloria (cal)**.
- A relação entre joule e caloria é:
- **$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$**



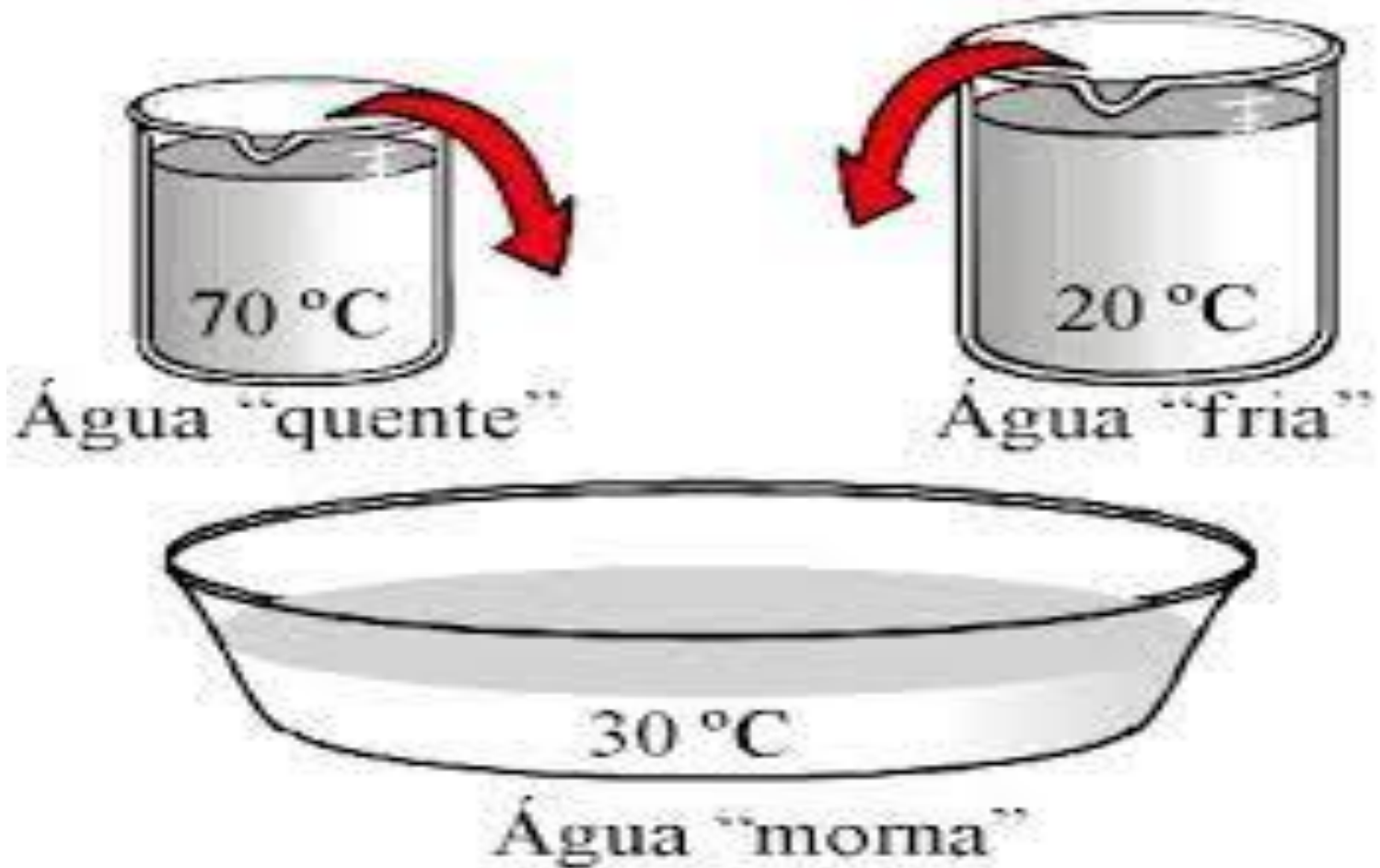
# CALOR SENSÍVEL

- Quando um corpo cede ou recebe calor, **variando apenas a sua temperatura, sem mudar a sua fase** (sem haver mudança de estado físico), dizemos que ele recebeu ou cedeu **calor sensível**.



**Calor Sensível** é a quantidade de calor cedida ou recebida por um corpo, acarretando a ele **uma variação de temperatura, sem mudar de fase.**

# EXEMPLOS - CALOR SENSÍVEL



# CALOR SENSÍVEL

- Assim, podemos representar o calor sensível de uma maneira matemática, pois ele depende também da massa do corpo e do calor específico desse corpo. Dessa forma:

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Essa expressão é chamada de ***equação fundamental da calorimetria***. Ela mede a quantidade de calor sensível  $Q$  trocada por um corpo de **massa  $m$**  e **calor específico  $c$** , quando sua **temperatura varia  $\Delta t$** .

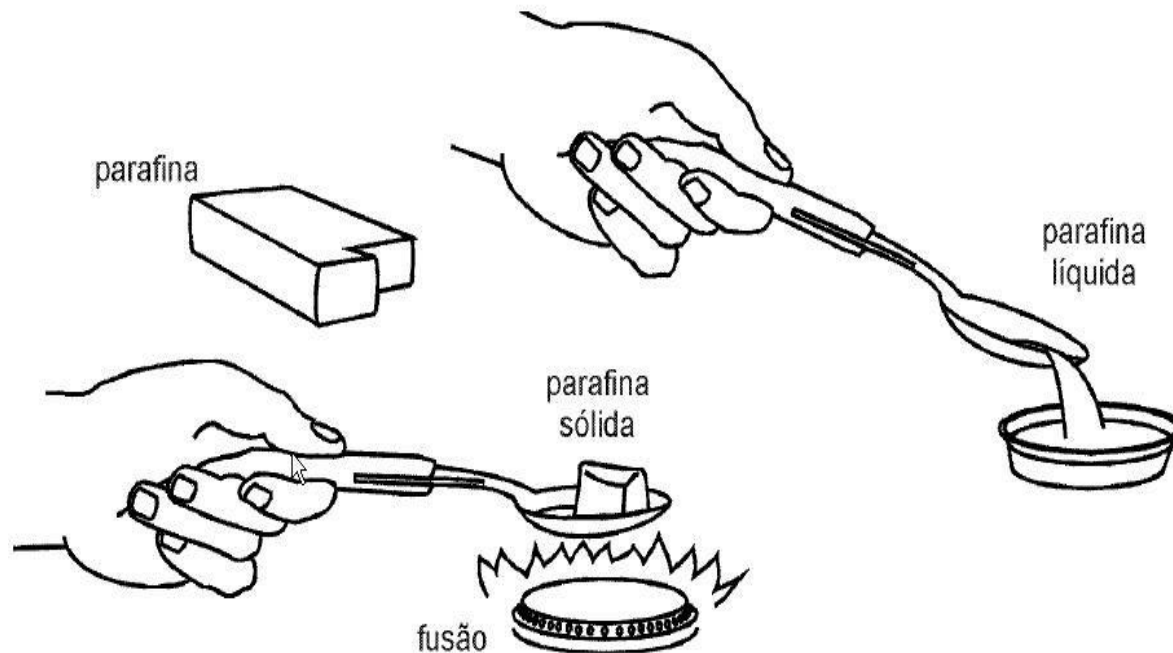
**Quando:**

**$Q > 0 \rightarrow$  corpo recebe calor**

**$Q < 0 \rightarrow$  corpo cede calor**

# CALOR LATENTE

- Quando um corpo cede ou recebe calor, **mudando de fase, mantendo a temperatura constante**, dizemos que ele cedeu ou recebeu **calor latente**.



# CALOR LATENTE

- Quando um corpo cede ou recebe calor, **mudando de fase**, **mantendo a temperatura constante**, dizemos que ele cedeu ou recebeu **calor latente**.





# CALOR LATENTE

A quantidade de calor latente é calculada pela expressão:

$$Q = m \cdot L \text{ (Que moleza)}$$



**Q** – quantidade de calor latente (cal ou J)

**L** – calor latente (cal/g ou J/Kg)

**m** – massa (g ou Kg)

**Quando:**

**$Q > 0$ : o corpo funde ou vaporiza.**

**$Q < 0$ : o corpo solidifica ou condensa.**

# CALOR LATENTE

**Exemplo 01:** Um corpo de massa **6g** em estado sólido, é aquecido até o ponto de fusão. Sabendo que o **calor latente do corpo é de 35 cal/g**, determine a **quantidade de calor recebida** pelo corpo.

$$Q = m.L$$

$$Q = 6. 35$$

$$Q = 210 \text{ cal}$$

# CALOR LATENTE

**Exemplo 02:** Inicialmente em **estado líquido**, um corpo com **massa** igual a **0,04 Kg**, é resfriado e alcança devido ao resfriamento o **estado de fusão**. Sabendo que a quantidade de calor é **1200 cal**, determine o **calor latente** de fusão desse corpo em **cal/g**.

**Q** – quantidade de calor latente (cal ou J)

**L** – calor latente (cal/g ou J/Kg)

**m** – massa (g ou Kg)

# CALOR LATENTE

**Exemplo 02:** Inicialmente em estado líquido, um corpo com massa igual a **0,04 Kg**, é resfriado e alcança devido ao resfriamento o **estado de fusão**. Sabendo que a quantidade de calor é **1200 cal**, determine o **calor latente** de fusão desse corpo em **cal/g**.

**$Q = m.L$**  (isolando o calor latente temos)  **$0,04 \text{ Kg} \times 1000 = 40 \text{ g}$**

$$L = Q/m$$

$$L = 1200 / 40$$

$$L = 30 \text{ cal/g}$$

**Q** – quantidade de calor latente (cal ou J)

**L** – calor latente (cal/g ou J/Kg)

**m** – massa (g ou Kg)

# Exercícios - Calorimetria

**Questão 01 (PUC-SP - Modificada)** É preciso **abaixar de  $3^{\circ}\text{C}$**  a temperatura da água da bacia, para que o nosso amigo possa tomar banho confortavelmente. Para que isso aconteça, **quanto calor deve ser retirado** da água?

O caldeirão contém **10 kg de água** e o **calor específico** da água é  **$1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$** .

- a) 20 kcal
- b) 10 kcal
- c) 50 kcal
- d) 30 kcal
- e) 40 kcal

# Resolução

Sabemos que:

$$\begin{cases} m_{\text{água}} = 10 \text{ kg} = 10000 \text{ g} \\ \Delta T_{\text{água}} = -3 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ c_{\text{água}} = 1 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}) \end{cases}$$

Da equação geral da calorimetria, temos

$$Q_s = m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot \Delta T_{\text{água}}$$

Substituindo os valores, obtemos:

$$Q_s = 10000 \cdot 1 \cdot (-3) \quad \rightarrow \quad Q_s = -30000 \text{ cal}$$

$$Q_s = -30 \text{ kcal}$$

O sinal negativo indica que o calor foi retirado da água.

**OPÇÃO D**

# CALOR LATENTE

**Questão 02 (Unievangélica-GO)** Leia o texto a seguir.

Black (1935) discute um conceito que envolve a transição de fase, na qual há uma liberação ou absorção de calor que não envolve variações na temperatura mensuráveis pelo termômetro.

ZANOTELLO, Marcelo. Leitura de textos originais de cientistas por estudantes do Ensino Superior. Ciênc. Educ. (Bauru) [online], v. 17, n. 4, p. 992, 2011.

O texto descreve o calor:

- a) molar.
- b) sensível.
- c) latente.
- d) específico.
- e) capacidade térmica.

**Se há calor, mas não ocorrem variações de temperatura, tudo indica que ele é do tipo latente. O calor latente não gera alterações de temperatura, apesar de atuar para proporcionar a mudança de estado físico da matéria.**

**OPÇÃO C**

# CALOR ESPECÍFICO

**Questão 03** Um corpo de **500 g** que se encontra a uma **temperatura inicial de 25°C** recebe de um aquecedor uma quantidade de **calor sensível igual a 5000 cal**, atingindo uma **temperatura de 30°C** ao final do processo de aquecimento. Determine o **calor específico** desse corpo.

a) 0,005 cal/g°C

b) 0,2 cal/g°C

c) 1,0 cal/g°C

d) 2,0 cal/g°C

e) 2,5 cal/g°C

$$Q = mc\Delta T$$

$$5000 = 500 \cdot c \cdot (30 - 25)$$

$$c = \frac{5000}{2500}$$

$$c = 2,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

**OPÇÃO D**



# CALOR LATENTE

**Questão 04** Ao **receber 250 kcal de calor**, uma amostra de determinada substância sofre completa vaporização. Sabendo que a amostra tem **1 kg de massa**, determine seu **calor latente** de vaporização em **cal/g**.

**Dado: 1 kcal = 1000 cal; 1 kg = 1000 g**

a) 200      O calor latente de vaporização pode ser definido por meio da equação do calor latente:

b) 250

$$Q = m.L$$

c) 1000

$$250000 = 1000.L$$

d) 2500

$$L = 250000/1000$$

e) 500

$$L = 250 \text{ cal/g}$$

**OPÇÃO B**

# CAPACIDADE TÉRMICA

- **Capacidade Térmica** é a quantidade de calor sensível cedida ou recebida por um corpo para que a sua temperatura sofra uma variação de  $1^{\circ}\text{C}$ .

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \gg C = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{\Delta T}$$

$$C = m \cdot c$$

Onde:

**C** – capacidade térmica (cal/°C ou J/k)

**Q** – quantidade de calor (cal ou J)

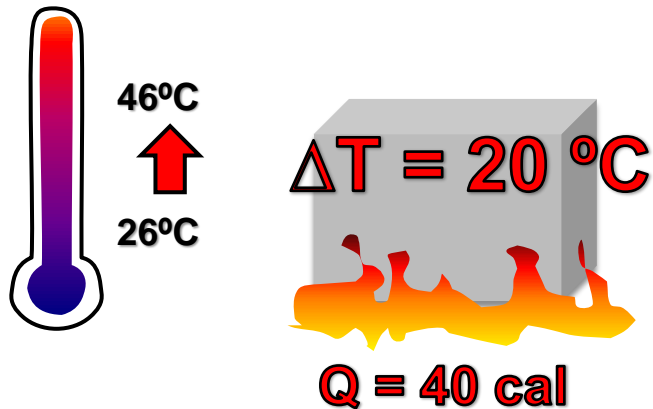
**$\Delta T$**  - variação de temperatura (°C ou k)

**m** – massa (g ou kg)

**c** – calor específico (cal/g.° C ou J/kg,K)

# CAPACIDADE TÉRMICA

## Exemplo 01



Neste caso, temos:  $C = \frac{40\text{ cal}}{20\text{ }^{\circ}\text{C}}$

Logo:  $C = 2\text{ cal/}^{\circ}\text{C}$

*Esse resultado nos indica que, para variar a temperatura desse corpo em 1°C, precisaremos fornecer a ele 2 cal.*

# CAPACIDADE TÉRMICA

**Exemplo 01:** Um corpo de **10 kg** precisa receber **2500 J** de calor sensível para ter sua temperatura variada em **10 K**. Determine sua capacidade térmica.

A capacidade térmica de um corpo pode ser determinada por meio da seguinte equação:

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

$$C = \frac{2500}{10} = 250 \frac{J}{K}$$

Onde:

**C** - capacidade térmica (cal/°C ou J/k)

**Q** - quantidade de calor (cal ou J)

**ΔT** - variação de temperatura (°C ou k)

**m** - massa (g ou kg)

**c** - calor específico (cal/g.° C ou J/kg,K)

**Q** – quantidade de calor latente (cal ou J)

**L** – calor latente (cal/g ou J/Kg)

**m** – massa (g ou Kg)

# CALOR ESPECÍFICO

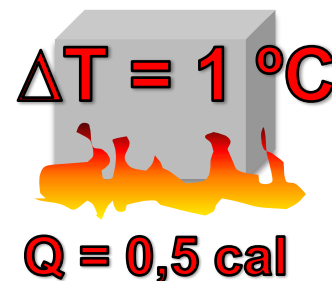
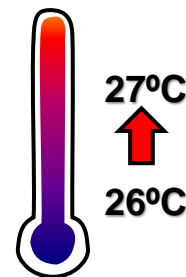
**Calor específico** é a quantidade de calor sensível cedida ou recebida por uma substância para que uma grama desta sofra variação de sua temperatura igual a  $1^{\circ}\text{C}$ .

**Calor específico de algumas substâncias:**

Substância	$c$ (cal/g $^{\circ}\text{C}$ )
Alumínio	0,219
Água	1,000
Álcool	0,590
Cobre	0,093

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

Exemplo:



Nesse caso, temos:  $c = \frac{0,5 \text{ cal}}{1 \text{ g} \cdot 1^{\circ}\text{C}}$

Logo:  $c = 0,5 \text{ cal/(g} \cdot ^{\circ}\text{C)}$

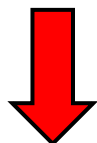
*Esse resultado nos indica que, para variar a temperatura de 1 g do material que compõe esse corpo em  $1^{\circ}\text{C}$ , precisaremos fornecer a ele 0,5 cal.*

# Equação Fundamental da Calorimetria

Assim como temos para o cálculo do calor específico:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

Temos também:



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

Essa expressão nos mostra que a Quantidade de Calor Sensível ( $Q_s$ ) é DIRETAMENTE PROPORCIONAL:

1. **à Massa (m) do corpo** → Quanto maior a massa do corpo, maior a quantidade de calor necessária para variar sua temperatura.
2. **ao Calor Específico (c)** → Quanto maior o calor específico, maior a quantidade de calor necessária para variar sua temperatura.
3. **à Variação de Temperatura ( $\Delta T$ )** → Quanto maior a variação de temperatura que se deseja obter de um corpo, maior a quantidade de calor que se deve fornecer.

# CAPACIDADE TÉRMICA E CALOR ESPECÍFICO

**Questão 05 (UFPR)** Para aquecer **500 g** de certa substância de **20°C para 70°C**, foram necessárias **4000 calorias**. A **capacidade térmica** e o **calor específico** valem respectivamente:

- a) 8 cal/°C e 0,08 cal/g .°C
- b) 80 cal/°C e 0,16 cal/g.°C
- c) 90 cal/°C e 0,09 cal/g.°C
- d) 95 cal/°C e 0,15 cal/g.°C
- e) 95 cal/°C e 0,16 cal/g.°C

# CAPACIDADE TÉRMICA E CALOR ESPECÍFICO

Resolução:

**Cálculo da capacidade térmica:**

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

$$C = \frac{4000}{50}$$

$$C = 80 \text{ cal/}^{\circ}\text{C}$$

**ITEM B**

**Cálculo do calor específico:**

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

$$4000 = 500.c.(70-20)$$

$$4000 = 500.c.50$$

$$4000 = 25000c$$

$$c = 4000 / 25000$$

$$c = 0,16 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$$