

# Calor sensível e calor latente

3ª SÉRIE  
Aula 3 – 3º Bimestre





## Conteúdo

- Calor sensível e calor latente;
- Curva de aquecimento de uma substância.



## Objetivos

- Quantificar e diferenciar calor sensível de calor latente;
- Dimensionar a quantidade de calor necessária para produzir um determinado efeito térmico;
- Analisar a curva de aquecimento da água.



# Para começar

## Dimensionando o calor

O intervalo de tempo em que um forno de micro-ondas deve estar ligado para aquecer um alimento depende do tipo e da quantidade do alimento a ser aquecido, além do quanto se deseja aquecê-lo.



*Alimentos colocados em um forno de micro-ondas*



## Para começar

1. Quanto de energia é gasto no aquecimento de água para se fazer um chá?
2. Como quantificar o tempo em que pedras de gelo podem ser usadas antes de derreterem-se por completo?



*Latas de refrigerante colocadas em pedras de gelo*



## Foco no conteúdo

### Quantidade de calor sensível $\Rightarrow$ $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$

Energia necessária para provocar certa **variação de temperatura** em determinada amostra de uma substância. O cálculo dessa quantidade de calor ( $Q$ ) considera a massa ( $m$ ) da substância, a variação de temperatura ( $\Delta\theta$ ) a ser provocada e o material de que é feita a substância, característica expressa pela grandeza física denominada calor específico ( $c$ ).

#### Unidades de medida usuais

**Q**  $\rightarrow$  Joule [J], caloria [cal]

**m**  $\rightarrow$  quilograma [kg], grama [g]

**c**  $\rightarrow$  Joule por quilograma x Kelvin [J/kg·K], caloria por grama x grau Celsius [cal/g·°C]

**$\Delta\theta$**   $\rightarrow$  Kelvin [K], grau Celsius [°C]



## Foco no conteúdo

### Quantidade de calor latente

$\Rightarrow$

$$Q = m \cdot L$$

Energia térmica necessária para provocar **mudança de estado físico** em determinada amostra de uma substância. O cálculo dessa quantidade de calor ( $Q$ ) considera a massa ( $m$ ) da substância e o calor latente ( $L$ ) da mudança de estado a que a substância é submetida.

#### Unidades de medida usuais

**Q**  $\rightarrow$  Joule [J], caloria [cal]

**m**  $\rightarrow$  quilograma [kg], grama [g]

**L**  $\rightarrow$  Joule por quilograma [J/kg], caloria por grama [cal/g]





## Foco no conteúdo

### Comentários importantes

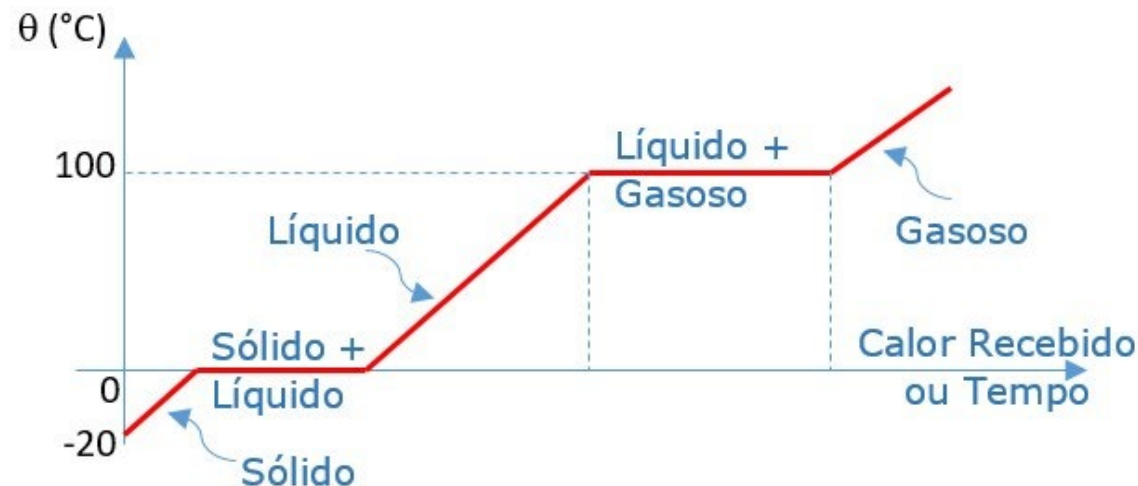
- Quanto maior o calor específico do material que constitui a substância, maior é a quantidade de calor que uma amostra unitária de massa deve receber (ou perder) para variar em uma unidade de temperatura. Por exemplo, no estado sólido, o calor específico do ferro vale  $c_{\text{Fe}} = 0,11 \text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$ ; e o do alumínio,  $c_{\text{Al}} = 0,22 \text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$ . Então, para massas iguais, a de ferro precisará da metade do calor que a de alumínio para sofrer a mesma variação de temperatura.
- Por depender da mudança de fase promovida, uma mesma substância tem diferentes valores de calores latentes para diferentes transições. Por exemplo, o calor latente da fusão do gelo é  $L_{\text{F}} = 80 \text{ cal/g}$  e o de vaporização da água é  $L_{\text{V}} = 540 \text{ cal/g}$ . Então, para massas iguais, é muito mais custoso energeticamente vaporizar água que fundir gelo.



## Foco no conteúdo

# Curva de aquecimento de uma substância

Gráfico que indica as temperaturas assumidas pela substância em função da quantidade de calor que absorve. Alternativamente, as temperaturas podem ser mostradas em função do tempo de aquecimento. Ao lado, é apresentada a **curva de aquecimento da água** sob pressão normal, iniciando-se a partir da temperatura de  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



*Curva de aquecimento da água sob pressão normal (sem escala)*





## Na prática

Em um dia em que a temperatura ambiente é igual  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , uma estudante residente em Santos (SP) deseja preparar um chá. Ela coloca 250 ml de água em uma caneca metálica e, a seguir, põe a caneca no fogareiro de um fogão, aguardando até que a água comece a entrar em ebulição. Sabendo que o fogareiro fornece à água 50 cal a cada segundo, considere o calor específico da água igual a  $1,0\text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$  e calcule, nesse processo,

- a. a quantidade de calor fornecida à água; e**
- b. o intervalo de tempo em que o fogareiro deve permanecer ligado.**



## Na prática Correção

***a) Como o processo prevê somente o aquecimento da água desde 20 °C até atingir seu ponto de ebulição ao nível do mar (100 °C), utiliza-se somente a equação do calor sensível. Ou seja:***

***$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$ , sendo  $m = 250$  g, pois cada 1 ml de água tem 1 g, e  $c = 1,0$  cal/g·°C.  $\Delta\theta = 100 - 20 = 80$  °C***

***Portanto:  $Q = 250 \cdot 1 \cdot 80 \Rightarrow Q = 20.000$  cal***

***b) Como a chama do fogareiro fornece à água 50 cal a cada 1 s, para fornecer 20.000 cal gastará um intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) de:***

***$\Delta t = 20.000/50 \Rightarrow \Delta t = 400$  s***



## Na prática

**Dispondo de 500 g de gelo em fusão, uma pessoa deseja manter refrigeradas algumas latinhas de refrigerante. O ritmo de perda de calor das pedras de gelo para as latinhas e para o ar é de 8 cal por segundo. Sabe-se que o calor latente da fusão do gelo vale 80 cal/g. Calcule, até fundir-se por completo:**

- a. a quantidade de calor perdida pelo gelo; e
- b. o intervalo gasto nesse processo.



## Na prática Correção

***a) Como o processo prevê somente o derretimento do gelo, que já se encontra em fusão, utiliza-se somente a equação do calor latente. Ou seja:***

***$Q = m \cdot L_F$ , sendo  $m = 500 \text{ g}$  e  $L_F = 80 \text{ cal/g}$ .***

***Portanto:  $Q = 500 \cdot 80 \Rightarrow Q = 40.000 \text{ cal}$***

***b) Como a perda de calor do gelo é de 8 cal a cada 1 s, 40.000 cal serão consumidas em um intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) de:***

***$\Delta t = 40.000/8 \Rightarrow \Delta t = 5000 \text{ s}$***



# Aplicando

## Questão do ENEM

O aproveitamento da luz solar como fonte de energia renovável tem aumentado significativamente nos últimos anos. Uma das aplicações é o aquecimento de água ( $\rho_{\text{água}} = 1 \text{ kg/L}$ ) para uso residencial. Em um local, a intensidade da radiação solar efetivamente captada por um painel solar com área de  $1 \text{ m}^2$  é de  $0,03 \text{ kW/m}^2$ . O valor do calor específico da água é igual  $4,2 \text{ kJ/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)}$ .

**Nessa situação, em quanto tempo é possível aquecer 1 litro de água de  $20^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$ ?**

a. 490 s

c. 6300 s

e. 9800 s

b. 2800 s

d. 7000 s



# Aplicando

## Questão do ENEM

*Dados da questão: 1 L de água tem  $m = 1 \text{ kg}$ .*

*Essa é a massa a ser aquecida.*

$$c_{\text{H}_2\text{O}} = 4,2 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta = 70 - 20 = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

*Com esses dados, calcula-se a quantidade de calor necessária.*

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta = 1 \cdot 4,2 \cdot 50$$

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

*A unidade kW equivale a kJ/s. Se o painel capta  $0,03 \text{ kJ/m}^2$  a cada  $1 \text{ s}$ , para captar  $210 \text{ kJ}$  são necessários:*

$$\Delta t = 210/003 \Rightarrow \Delta t = 7000 \text{ s} \quad \textbf{(Alternativa D)}$$





# O que aprendemos hoje?

Aprendemos que:

- O calor pode produzir dois efeitos distintos ao ser dado ou retirado de um corpo ou sistema: variação de temperatura ou mudança de estado físico;
- O material que constitui um corpo (ou substância) é determinante no cálculo da quantidade de calor que ele deve receber (ou perder) para variar sua temperatura;
- Uma substância muda de fase quando suas moléculas atingem um grau de agitação que não mais pode ser comportado pelo estado físico em que ela se encontra. Para que isso ocorra, a substância precisa estar na temperatura adequada e receber ou perder calor.



# Referências

## Lista de imagens

**Slide 3** – <https://vitat.com.br/micro-ondas-nutrientes-dos-alimentos/>

**Slide 4** – [https://www.papeldeparede.etc.br/fotos/papel-de-parede\\_coca-cola-no-gelo/](https://www.papeldeparede.etc.br/fotos/papel-de-parede_coca-cola-no-gelo/)

**Slide 8** – Imagem elaborada pelo autor.

# Material Digital

