

Calor sensível e calor latente

Alisson Ferreira Martins

2024

Sumário

1	Calor sensível e calor latente	2
1.1	Introdução	2
1.2	O calor sensível	4
1.3	Sistema físico termicamente isolado	4
1.3.1	Equivalente em água	6
1.4	As mudanças de estado físico	6
1.4.1	O calor latente	6
1.4.2	A fusão e a solidificação	6
1.4.3	A vaporização e a liquefação	6
1.4.4	Evaporação	6
1.4.5	Pressão de vapor	6
1.4.6	A sublimação	6
1.4.7	Ponto crítico e ponto triplo	6
1.4.8	Curvas de fusão, vaporização e sublimação	6
1.4.9	Experimento de Tyndall (Regelo)	6
1.4.10	Curva de vaporização	6
1.4.11	Curva de sublimação	6
1.4.12	Diagramas de estado	6
1.4.13	Sobrefusão	6
1.4.14	Superebulição	6

1 Calor sensível e calor latente

1.1 Introdução

Quando um corpo recebe ou cede certa quantidade de energia térmica, podemos observar, como consequência, uma variação de sua temperatura ou uma mudança em seu estado físico.

A variação de temperatura corresponde a uma variação no estado de agitação das partículas do corpo. Nesse caso, a energia térmica transferida é denominada calor sensível. A mudança de estado físico corresponde a uma alteração no estado de agregação das partículas do corpo, fazendo com que um sólido, por exemplo, transforme-se em líquido. A energia térmica responsável pelas mudanças de estado denomina-se calor latente.

Quando ocorre uma mudança de estado físico, nas partículas de um corpo, a energia térmica armazenada na forma de energia potencial de agregação aumenta (ou diminui). Assim, o calor latente é a denominação que damos à energia térmica quando ela, ao ser recebida, se transforma em energia potencial de agregação e, ao ser cedida, veio da energia potencial de agregação das partículas, provocando uma mudança de estado físico no corpo.



Figura 1: A energia térmica fornecida pela chama do fogão foi utilizada inicialmente para aquecer a água e a chaleira. Quando ocorre a ebulação, observamos vapor de água saindo pelo bico da chaleira. Esse vapor é parte da água que passou para o estado gasoso.

A **capacidade térmica (C)** de um corpo é definida como sendo:

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta} \quad \text{Unidade usual: } \frac{\text{cal}}{\text{ }^{\circ}\text{C}}$$

A capacidade térmica (C) de um corpo indica a quantidade de calor que ele precisa receber ou ceder para que sua temperatura varie uma unidade

A capacidade térmica por unidade de massa do corpo é denominada calor específico (c), dada usualmente pela unidade $\frac{\text{cal}}{\text{g} \circ\text{C}}$

$$c = \frac{C}{m} = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$

O calor específico (c) indica a quantidade de calor que cada unidade de massa do corpo precisa receber ou ceder para que sua temperatura varie uma unidade.

Note que o calor específico não depende da massa do corpo, pois é uma característica da substância e não do corpo. Nem a capacidade térmica nem o calor específico sensível de uma substância têm valores constantes com a temperatura.

No entanto, para efeito de cálculo, costuma-se usar o valor médio de cada um no intervalo de temperatura considerado. A água é a substância que mais aparece nos exercícios, sendo usado o valor 1,0 cal/g °C para seu calor específico. Isso significa que cada grama de água necessita de 1,0 caloria para sofrer uma variação de temperatura de um grau Celsius.

Substâncias	Calor específico em cal/g °C
Alumínio	0,219
Água	1,000
Álcool	0,590
Bronze (liga metálica)	0,090
Cobre	0,093
Chumbo	0,031
Estanho	0,055
Ferro	0,119
Gelo	0,550
Mercúrio	0,033
Ouro	0,031
Platina	0,032
Prata	0,056
Vapor de água	0,480
Vidro	0,118
Zinco	0,093

Figura 2: Calor específico de algumas substâncias.

1.2 O calor sensível

Calor sensível é o calor que, recebido ou cedido por um corpo, provoca nele uma variação de temperatura.

Calculamos a quantidade de calor sensível que um corpo recebe ou cede, usando a definição de calor específico sensível:

$$c = \frac{Q}{m\Delta\theta} \Rightarrow Q = mc\Delta\theta$$

Denominada como **Equação Fundamental da Calorimetria**. A variação de temperatura é dada como:

$$\Delta\theta = \theta_{final} - \theta_{inicial}$$

Se a temperatura aumenta, $\theta_f > \theta_i$ e $\Delta\theta > 0$; nesse caso, a quantidade de calor Q é positiva. Se a temperatura diminui, $\theta_f < \theta_i$ e $\Delta\theta < 0$; nesse caso, Q é negativa. Considerando o calor específico (c) uma constante relativa à substância de que é feito o corpo, podemos concluir que, para uma mesma variação de temperatura ($\Delta\theta$), a quantidade de calor (Q) é diretamente proporcional à massa do corpo. Podemos concluir que para um mesmo corpo:



Figura 3: Para um mesmo corpo, a variação de temperatura é proporcional à quantidade de calor recebido ou cedido por ele.



Figura 4: Para que corpos constituídos de igual substância sofram a mesma variação de temperatura ($\Delta\theta$), a quantidade de calor recebido ou cedido deve ser proporcional à massa.

1.3 Sistema físico termicamente isolado

A busca do equilíbrio térmico é uma lei natural. Os corpos tendem a ter a mesma temperatura do ambiente em que se encontram, atingindo assim o equilíbrio térmico. O mais "quente" cede calor e o mais "frio" recebe calor.

Quando um sistema é termicamente isolado, as trocas de calor entre o sistema e o meio externo são evitadas, podemos enunciar da seguinte maneira:



Figura 5: Na primeira jarra podemos observar que a água encontra-se quente e, na segunda, ela encontra-se gelada. Deixando-as sobre uma mesa, a água quente perderá calor para o meio ambiente e a água fria receberá calor. Após algum tempo, ambas estarão na mesma temperatura do meio. Elas atingiram o equilíbrio térmico.

Um sistema físico é termicamente isolado quando não existe troca de calor entre seus componentes e o meio externo.

Na prática, por melhor que seja o isolamento térmico de um sistema, ele sempre troca calor com o meio externo. Isso é notório quando pegamos uma caixa de isopor com algumas latas de refrigerante sem gelo junto com outras geladas. É perceptível que o isopor irá reduzir a troca de calor com o meio externo. No entanto, após passar um certo período de tempo, todas as latas estarão à mesma temperatura, pois terão atingido o equilíbrio térmico. Os corpos estão trocando calor entre si o tempo todo, com os de maior temperatura fornecendo calor aos de menor temperatura.

Em um sistema termicamente isolado, as trocas de calor ocorrem apenas entre os seus integrantes. Toda a energia térmica que sai de alguns corpos é recebida por outros pertencentes ao próprio sistema, podemos formalizar da seguinte maneira:

$$\left| \sum Q_{cedido} \right| = \left| \sum Q_{recebido} \right|$$

O somatório das quantidades de calor cedidas por alguns corpos de um sistema tem módulo igual ao do somatório das quantidades de calor recebidas pelos outros corpos desse mesmo sistema

O uso do módulo na fórmula deve-se ao fato de o calor recebido ser positivo e de o calor cedido ser negativo, podemos reescrever essa relação da seguinte forma:

$$\sum Q_{cedido} + \sum Q_{recebido} = 0$$



Figura 6: Garrafa térmica e caixa de isopor são utilizadas para reduzir as trocas de calor entre seu conteúdo e o meio em que se encontram.

1.3.1 Equivalente em água

1.4 As mudanças de estado físico

1.4.1 O calor latente

1.4.2 A fusão e a solidificação

1.4.3 A vaporização e a liquefação

1.4.4 Evaporação

1.4.5 Pressão de vapor

1.4.6 A sublimação

1.4.7 Ponto crítico e ponto triplo

1.4.8 Curvas de fusão, vaporização e sublimação

1.4.9 Experimento de Tyndall (Regelo)

1.4.10 Curva de vaporização

1.4.11 Curva de sublimação

1.4.12 Diagramas de estado

1.4.13 Sobrefusão

1.4.14 Superebulição