

Calor Latente

Neste tópico, vamos aprender a calcular o aporte de calor necessário para provocar uma mudança de fase. O calor necessário para que uma unidade de massa de certa substância mude de fase é conhecido como calor latente. Estando à temperatura de mudança de fase, o calor necessário para promover uma mudança de fase é proporcional à massa da substância. A expressão para calcular esse calor é dada por:

$$Q = mL$$

Nessa equação, m é a massa da substância, e L é uma propriedade termodinâmica conhecida como *calor latente de mudança de fase*. Essa propriedade depende da substância, da pressão e do tipo de mudança de fase. Por exemplo, a água, sob a pressão de 1 atm, sofre fusão a 0 °C e entra em ebulição a 100 °C, apresentando um calor latente de fusão igual a 80 cal/g e um calor latente de vaporização igual a 540 cal/g. Esses valores são exatamente os mesmos para as mudanças de fase inversas, a solidificação e a condensação. Porém, como esses processos resultam em uma liberação de calor, os valores do calor latente de solidificação e de condensação são negativos.

A título de exemplo, apresentamos, na figura a seguir, o gráfico da temperatura versus o tempo para o aquecimento de gelo, inicialmente a –60 °C, que se acha em um recipiente aberto. O calor é fornecido por uma fonte de calor a uma taxa constante. Observe que a temperatura se eleva inicialmente até 0 °C, que é o ponto de fusão do gelo. A fusão ocorre à temperatura constante. Depois de o gelo ser completamente fundido, a temperatura se eleva até 100 °C, que é o ponto de vaporização da água. Por último, o líquido vaporiza-se à temperatura constante.

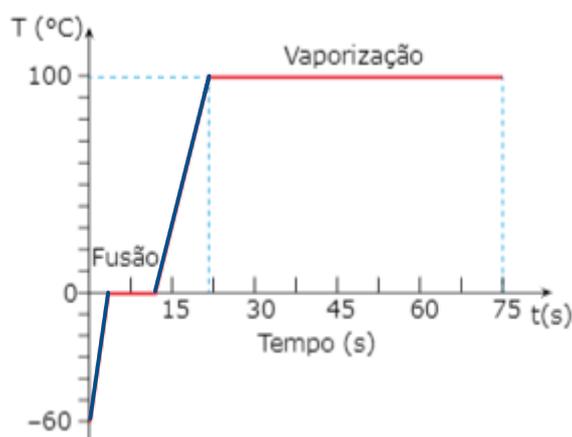


Figura 1 – gráfico do aquecimento de gelo

Para as etapas com elevação de temperatura (partes inclinadas em azul), utilizamos a equação do calor sensível ($Q = mc\Delta T$). E, para as etapas com mudança de fase (partes horizontais em vermelho), a equação do calor latente ($Q = mL$).

Os valores de c que você deve usar no calor sensível são 0,50 cal/g °C e 1,0 cal/g °C, que representam o calor específico do gelo e da água líquida, respectivamente. No calor latente, os valores de L são 80 cal/g e 540 cal/g, que representam o calor latente de fusão e de vaporização da água, respectivamente.

Mudanças de Estado Físico

Na natureza, em geral, as substâncias apresentam-se nas fases sólida, líquida e de vapor. As principais mudanças de fase da matéria estão indicadas na figura.

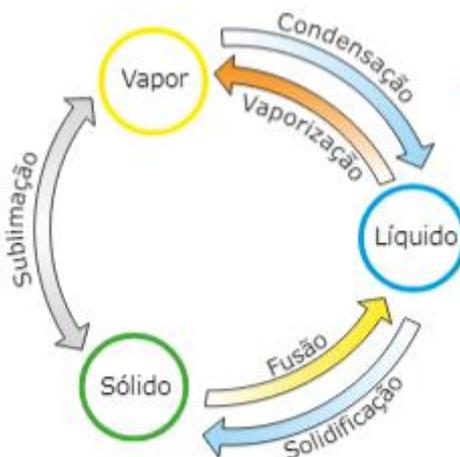


Figura 2 – diagrama de mudança de fase

A mudança de temperatura de uma substância ocorre dentro de uma fase da matéria (sólido, líquido e vapor). Por exemplo, a água varia sua temperatura entre 0°C e 100°C enquanto está no seu estado líquido. Assim, nesse intervalo utilizamos o calor sensível ($Q = mc\Delta T$). Ao atingir as temperaturas limites 0°C e 100°C, a água pode sofrer uma mudança de estado. Nessas transformações, utilizamos o calor latente ($Q = mL$), equivalentes justamente às setas no diagrama acima (sublimação, condensação, vaporização, fusão e solidificação).

O mais comum de se encontrar em exercícios é a fusão e a vaporização. Por isso, montamos uma tabela com esses calores latentes de algumas substâncias.

Substância	P_f (°C)	L_f (cal/g)	P_v (°C)	L_v (cal/g)
Nitrogênio	-210	6,1	-196	48
Etanol	-114	26	78	210
Água	0	80	100	540
Chumbo	327	5,9	1 750	205
Ferro	1 535	64	2 800	1 515

Figura 3 – tabela de calor latente

Nela, P_f é a temperatura de fusão, L_f o calor latente de fusão, P_v a temperatura de vaporização e L_v o calor latente de vaporização.