

## **MUDANÇA DE FASE**

### *Objetivo:*

Acompanhar o processo de fornecimento de calor a uma substância, observando o aumento de temperatura e mudanças de fase.

### *Teoria:*

Além de promover o aumento da temperatura de um corpo, o calor pode provocar uma mudança de estado físico. Este efeito se deve à agitação térmica tornar-se grande o suficiente para quebrar as forças internas que mantêm a estrutura da substância, provocando a chamada mudança de fase.

Quando o calor fornecido resulta em aumento de temperatura, este calor ( $Q$ ) é proporcional a massa ( $m$ ), a variação da temperatura ( $\Delta T$ ) e depende das características do material expressas pelo calor específico ( $c$ ), i.é.,  $Q = m c \Delta T$ . Por outro lado, na mudança de fase o calor fornecido ( $Q$ ) não gera aumento de temperatura e ele é proporcional a massa da substância ( $m$ ) e as suas características expressas pelo calor latente ( $L$ ), i.é.,

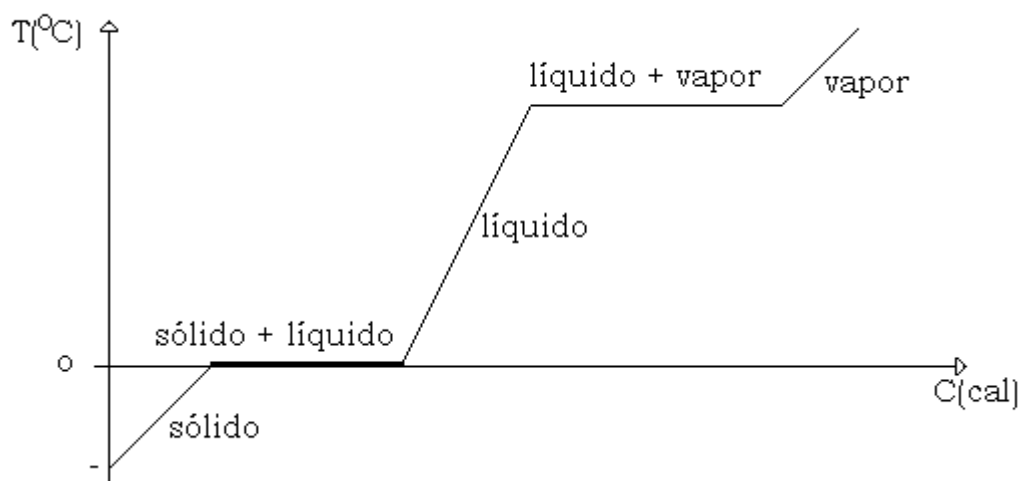
$$Q = m L$$

A mudança de sólido para líquido é chamada fusão ou liquefação e o processo inverso de solidificação. A mudança de líquido para gás é denominada vaporização e seu inverso de condensação. A mudança direta de sólido para gás é conhecida como sublimação.

Os calores latentes de fusão ( $L_f$ ) e vaporização ( $L_v$ ) são característicos de cada substância e possuem valores distintos. Por exemplo, para água a uma atmosfera de pressão  $L_f = 80 \text{ cal/g}$  e  $L_v = 540 \text{ cal/g}$ .

Uma curva representando a temperatura em função do calor fornecido a uma dada substância possui trechos em que a temperatura varia com a quantidade de calor fornecido e trechos, onde ocorre transições de fase, nos quais

a temperatura fica constante mesmo com calor sendo fornecido. Por exemplo, para a água temos o seguinte gráfico:



Os processos envolvendo transição de fase também dependem da pressão a que o sistema está sujeito. A discussão acima é feita considerando a pressão constante.

Por fim, é importante salientar que este tratamento está restrito a substâncias puras.

#### *Experimento:*

A fim de observar a mudança de fase sugere-se colocar gelo em um recipiente e fornecer calor através da lamparina. Um termômetro deve ser usado para acompanhar a variação de temperatura em função do tempo. Uma tabela de temperatura ( $T$ ) em função do tempo ( $t$ ) deve ser construída acompanhando o sistema até algum tempo depois do início da vaporização.

Uma vez que o fluxo de calor para o sistema é constante, dado pela chama, o calor fornecido é proporcional ao tempo. Assim uma curva  $T \times t$  contém a mesma informação de  $T \times Q$ , discutida na teoria.

Os dados obtidos devem ser dispostos em um papel milimetrado ( $T \times t$ ) e uma curva média traçada.

*Observações:*

- 1) Cuidado com correntes de ar que podem afetar o fluxo de calor ao sistema, não o deixando constante.
- 2) Quando da mudança de fase entre sólido e líquido, sugere-se agitar o sistema a fim de uniformizar a temperatura.
- 3) Os intervalos de tempos devem ser tomados seguindo o seguinte critério: durante as mudanças de fase os intervalos podem ser maiores e fora desta condição as medidas devem ser mais freqüentes.
- 4) A curva resultante é uma média, podendo ter valores que flutuam para cima e para baixo da curva esperada.
- 5) Atenção ao perigo de trabalhar com fogo e água fervente.