

Para estudarmos calorimetria, precisamos primeiro definir calor. Esse é determinado pelo fluxo energético entre dois corpos devido às suas diferenças de temperatura. Isto é, embora um corpo maior seja mais energético que um menor (energia interna), não há fluxo de calor se as temperaturas dos corpos são as mesmas. É importante ressaltar que um corpo não tem calor. Esse é um fenômeno de transferência energética.

No S.I., o calor é medido em joules (J), mas há uma medida não padrão, a caloria (cal), definida como a energia necessária para elevar um grama de água de um grau Celsius. Tem-se que:

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

Nesse ponto, tratemos das mudanças que o calor pode fazer com os estados dos corpos. Definem-se calor sensível e calor latente.

Calor sensível: É aquele que gera variação de temperatura quando se dá. É responsável por reduzir a temperatura do corpo doador de calor e aumentar a do receptor.

Calor latente: Está relacionado com a transição de fases. Quando um corpo recebe energia térmica por diferença de temperatura e não eleva sua temperatura, mas começa a evaporar ou derreter (fundir), há uma mudança de fase, e o calor é dito latente.

Observe que, no caso do calor sensível, quanto maior a diferença de temperatura, maior deverá ser o calor. E quanto maior for a massa envolvida no processo, maior deve ser esse também. Introduzindo a constante c , chamada calor específico, dependente da substância, temos:

$$Q_s = mc\Delta\theta, \text{ onde } Q_s \text{ é o calor sensível.}$$

Muitas vezes, faz-se o produto $m.c = C$, onde C é a chamada capacidade calorífica do corpo, tal que essa multiplicada pela variação de temperatura fornece o calor necessário para tal variação ocorrer.

$$Q_s = C\Delta\theta,$$

Já o calor latente, para fazer a mudança de fase, só depende da massa envolvida que será transformada (por exemplo, a massa de gelo a ser derretida). Introduz-se a constante calor latente L :

$$Q_s = mL, \text{ onde } Q_s \text{ é o calor latente.}$$

Nesse ponto, é importante tratar das mudanças de estado físico. Tem-se:

Vaporização: Mudança do estado líquido para gasoso de certa substância.

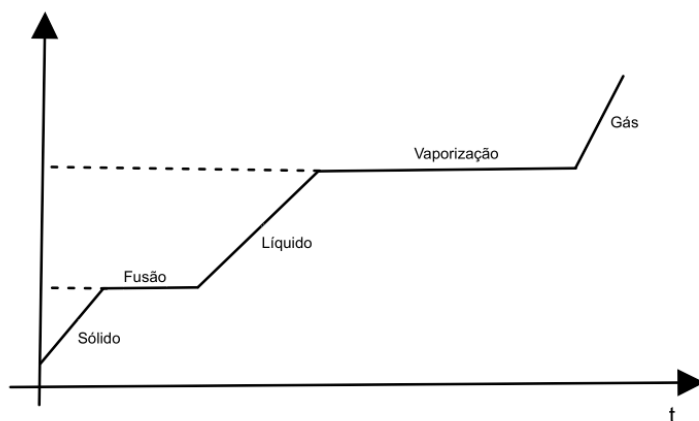
Condensação: Processo reverso, estado gasoso indo para o líquido.

Fusão: Mudança do estado sólido para o líquido.

Solidificação: Processo reverso, líquido virando sólido.

Sublimação: Passagem direta do estado sólido para o gasoso. Ocorre apenas para certas temperaturas.

Cristalização (ressublimação): Processo reverso, estado gasoso para sólido. Para uma pressão convencional, usando a água por exemplo, veja como fica o gráfico da Temperatura pelo tempo de certa quantidade dessa quando recebe calor por um gerador de potência constante:



Observe que, cedido um certo calor por um corpo, outros o receberão. De modo análogo, recebido certo calor por um corpo, outros devem tê-lo doado. Em suma:

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

Convencionando sinais, Q_{cedido} com sinal negativo e $Q_{recebido}$, positivo:

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

Usando isso, veja a resolução das seguintes questões:

(AFA-SP) Derramando-se 50 cm^3 de café quente (80°C) em um copo de leite morno (40°C), obtém-se 250 cm^3 de café com leite a uma temperatura aproximada de:

- a) 55°C
- b) 45°C
- c) 25°C
- d) 30°C
- e) 70°C

Supondo os calores específicos e as densidades iguais do café e do leite (veja que, estando a temperatura em equilíbrio entre as outras duas dadas, o sinal do primeiro termo será negativo, calor cedido, e do segundo positivo, calor recebido).

$$(50.d).c.(\theta - 80) + (250.d).c.(\theta - 40) = 0$$

$$6\theta - 280 = 0$$

$$\theta = 46,7$$

Aproximadamente 45°

(PUC-RJ) Quando misturamos 100g de gelo a 0°C com 900g de água a 20°C em um recipiente termicamente isolado e de capacidade térmica desprezível, a temperatura final de equilíbrio é igual a:

- a) 4°C
- b) 10°C
- c) 14°C
- d) 15°C
- e) 20°C

Dados: Calor de fusão do gelo = 80cal/g;
Calor específico da água = 1,0cal/g °C

Faz-se o seguinte:

Analise-se se toda a energia a ser absorvida para derreter o gelo pode ser dada pela água a 20°C, calculando a energia a ser liberada por essa indo até zero graus. Se tal energia não for suficiente, o equilíbrio será 0°C. Veja:

$100 \cdot 80 = 8000$ é o calor necessário para derreter o gelo.

$900 \cdot 1 \cdot 20 = 18000$, calor teoricamente liberada pela água indo até zero graus.

Logo, sendo o segundo calor em módulo maior que o primeiro, o gelo todo será derretido. Usando a equação da soma dos calores:

$$+100 \cdot 80 + 100 \cdot 1 \cdot (\theta - 0) + 900 \cdot 1 \cdot (\theta - 20) = 0$$

$$10000\theta + 8000 - 18000 = 0$$

$$10000\theta = 10000$$

$$\theta = 10^\circ\text{C}$$

Nesse ponto, alguns aprimoramentos teóricos podem ser feitos:

O calor pode ser passado através de três formas principais: A condução, a convecção e a irradiação.

Condução: Trata do transporte de energia por um corpo dada certa diferença de temperatura nesse. Um bom exemplo de condução é a de uma barra metálica aquecida em apenas um dos lados. Aos poucos, a temperatura daquele ponto aumenta, logo suas moléculas vibram mais intensamente, com mais energia, passando essa energia para as moléculas vizinhas, finalmente, levando a um aumento da temperatura também na outra extremidade da barra. O efeito da temperatura nessa outra depende do material tratado, no que envolve conceitos de fluxo energético, definido pela taxa de energia passada pelo tempo.

Dado o coeficiente de condutividade térmica de um material, k , sua área transversal, A , e comprimento, l , observe que o fluxo de calor será proporcional a área (quanto maior essa,

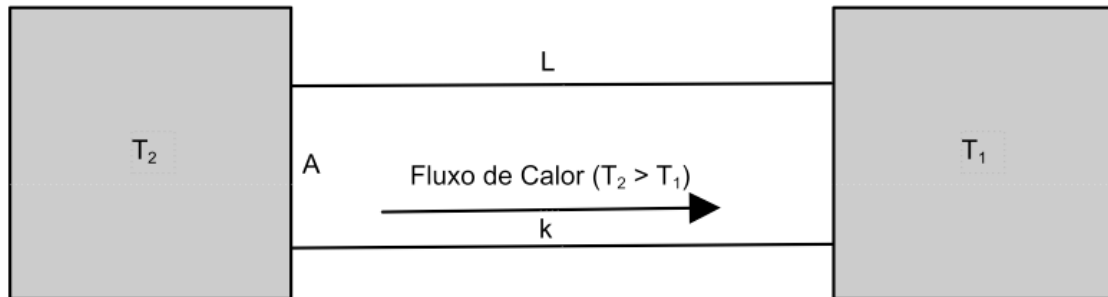
Aula do Curso Noic de Física, feito pela parceria do Noic com o Além do Horizonte

mais calor passará), mas inversamente proporcional ao comprimento (precisar-se-á de mais tempo para passar calor com um comprimento maior), de tal forma que o fluxo da condução é dado por:

$$\phi = \frac{k \cdot A \cdot \Delta\theta}{L}$$

Chamada lei de Fourier.

Veja a figura:



Convecção: Ocorre apenas em fluidos devido a diferença de temperatura em suas partes, resultando em diferenças de densidade e, assim, correntes de convecção. As partículas quentes sobem e as mais frias descem. Isso mostra porque aparelhos de ar condicionado devem estar no alto, permitindo o ar frio descer, não devendo estar próximo ao chão.

Irradiação: Trata da emissão de ondas eletromagnéticas por um corpo, em especial, a infravermelha (mais relacionada a efeitos térmicos). Observe que, quanto maior a temperatura, maior a intensidade irradiada, na proporção da temperatura à quarta, isto é:

$I = e\sigma T^4$, sendo I igual a $\frac{Pot}{A}$, P a potência e A a área do corpo estudado, e a emissividade, dependente do corpo, e σ , constante de Stefan-Boltzman, de tal forma que:

$$Pot = e\sigma AT^4$$

Por exemplo, para um corpo esférico negro (corpos negros têm $e=1$), a fórmula fica:

$$Pot = \sigma \cdot 4\pi R^2 \cdot T^4$$