

AL 3.3 – Balanço energético num sistema termodinâmico

Autora: Fernanda Neri

TI-Nspire™

Objetivo Geral

Estabelecer balanços energéticos e determinar a entalpia de fusão do gelo.

1. Metas Específicas

1. Prever a temperatura final da mistura de duas massas de água a temperaturas diferentes e comparar com o valor obtido experimentalmente.
2. Medir massas e temperaturas.
3. Estabelecer balanços energéticos em sistemas termodinâmicos aplicando a Lei da Conservação da Energia, interpretando o sinal positivo ou negativo da variação da energia interna do sistema.
4. Medir a entalpia de fusão do gelo e avaliar a exatidão do resultado a partir do erro percentual.

2. Introdução Teórica

Quando se fornece ou retira energia a uma substância verifica-se normalmente uma variação de temperatura. Se fornecermos energia a uma certa massa de substância, esta poderá aumentar a sua temperatura ou poderá ocorrer uma mudança de estado dependendo da temperatura e pressão a que a substância se encontre.

Se colocar em contacto térmico, uma certa massa de gelo à temperatura aproximada de 0 °C com outra massa de água à temperatura inicial θ_i (sendo $\theta_i > 0$ °C), ocorrem transferências de energia como calor, até que passado um certo intervalo de tempo a mistura atinge o equilíbrio térmico, atingindo a temperatura final da mistura Θ_f . Sendo então a temperatura final (θ_f). A água, que se encontra a temperatura mais elevada, cede energia ao gelo. As moléculas constituintes do gelo vibram com maior agitação. A vibração corpuscular provoca a separação de moléculas da estrutura do gelo e este começa a fundir. Durante o tempo em que decorre a mudança de estado, a temperatura permanece constante uma vez que a energia cedida ao gelo não contribui para o aumento da energia cinética das moléculas de água mas sim para uma variação da energia potencial entre elas. Assim, a variação da energia interna de uma substância, durante a mudança de estado deve-se apenas à variação da energia potencial.

A energia que é necessário fornecer à unidade de massa de uma substância, para que passe do estado sólido ao estado líquido, chama-se calor de fusão ou entalpia de fusão (símbolo: L_f ou ΔH_f).

A energia envolvida na fusão do gelo depende da massa do gelo e do calor de fusão do gelo, sendo traduzida pela expressão matemática.

$$Q = L_f \cdot m_{\text{gelo}}$$

O calor de vaporização pode definir-se de igual modo pela expressão.

$$Q = L_v \cdot m_{\text{subst}}$$

A unidade em que se exprime o calor de fusão ou o calor de vaporização, no S.I., é o joule por quilograma (J kg⁻¹).

Recorrendo ao balanço energético, e admitindo o sistema como isolado teremos :

$$Q_{\text{cedido pela água quente}} + Q_{\text{recebido pelo gelo}} + Q_{\text{recebido pela água que resultou da fusão do gelo}} = 0$$

3. Prevê

1. Para que 1kg de gelo funda temos de lhe fornecer como calor 3,34 x10⁵ J. Que nome se atribui a este valor de energia fornecida?
2. Quando colocamos água fria em contacto com água à temperatura ambiente o que acontece em termos energéticos?

3. Quando colocamos gelo em contacto com água à temperatura ambiente o que acontece em termos energéticos?



4. Material

Unidade portátil TI-Nspire

Lab Cradle

Sensor de temperatura

Copo (preferencialmente copos de cartão com tampa)

Balança

Termo

Água

Gelo

Pinça

5. Procedimento

Antes de iniciar a experiência devemos colocar dentro de um recipiente isolador água e gelo até que fiquem em equilíbrio térmico 0°C .

Coloca o recipiente com isolamento sobre a balança, deite-lhe água até que a massa sofra uma variação de 150 g.

Coloca a unidade portátil no Lab Cradle

Liga o sensor de temperatura a um dos três canais analógicos.

Abre a aplicação Vernier Data Quest 

Se o sensor for logo reconhecido aparecerá um écran semelhante ao indicado na figura.

Tapa o recipiente e introduz o sensor de temperatura na tampa e regista a temperatura inicial da água θ_i (água)

Retira do recipiente térmico 2 cubos de gelo, coloca no recipiente com água e tapa novamente, com o sensor colocado na tampa, vai observando e agitando continuamente, quando o gelo fundir regista a temperatura θ_f .

Mede a massa de gelo+ água e deduz a massa de gelo utilizado.



6. Resultados

Constrói uma tabela para o registo dos resultados obtidos.

7. Cálculos

Determinar os valores de:

1. Calor cedido pela água à temperatura que está a uma temperatura superior e calor recebido pelo gelo até ser atingido o equilíbrio térmico.
2. Entalpia de fusão do gelo e o erro percentual

8. Reflete

Aplicando a Lei da Conservação da Energia, interpreta o sinal positivo ou negativo da variação da energia interna do sistema.

A partir do cálculo do erro percentual da entalpia de fusão do gelo como avalias este valor.