



EQUAÇÕES TERMOQUÍMICAS

A entalpia é a quantidade de calor trocada durante um processo químico, à pressão (pressão atmosférica) e volume constantes.

Por isso, dependendo do estado do nosso sistema, quantidades diferentes de energia na forma de calor serão necessárias para formar novas substâncias. Por exemplo, uma reação em meio aquoso terá uma energia diferente de uma reação em estado gasoso, porque existem entalpias associadas às mudanças de estado e às dissoluções, já que em todos esses processos há energia envolvida.

Assim, numa equação termoquímica, é necessário que todas essas condições estejam estabelecidas. Uma equação termoquímica deve conter:

- ▶ Condições de pressão e temperatura estabelecidas
- ▶ Equação Balanceada
- ▶ Quantidade de calor trocada com o meio (variação de entalpia)
- ▶ Estado físico das substâncias
- ▶ Estado alotrópico das substâncias

1. CONDIÇÕES DE TEMPERATURA E PRESSÃO

Em geral, a entalpia dos processos é determinada nas CNTP, as Condições Normais de Temperatura e Pressão. As condições normais são 1 atm e 298,15 K, ou 25 °C.

As CPTP são diferentes das CNTP, Condições Normais de Temperatura e Pressão. A diferença é que nas CNTP, a temperatura é 25 °C (298,15 K), e não 0 °C.

No vestibular, as condições experimentais sempre serão estabelecidas pela questão. Na química, não nos preocupamos muito com a variação de pressão, já que a grande maioria das reações químicas acontecem à pressão atmosférica.

A temperatura só será relevante quando a questão pedir a variação de temperatura de um sistema, utilizando métodos calorimétricos.

2. BALANCEAMENTO DA EQUAÇÃO

Como a quantidade de calor trocada é uma propriedade extensiva, isto é, depende da quantidade de matéria, é crucial que as equações estejam com as proporções corretas



entre reagentes e produtos. Assim, garantimos que iniciamos com as quantidades certas de reagentes, e que o número de mols de produto gerado estará correto.

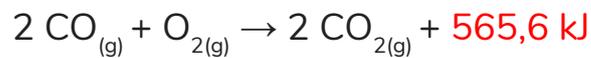
Propriedades extensivas dependem da quantidade de matéria no sistema.

3. VARIAÇÃO DE ENTALPIA

Até agora você já deve ter percebido que a variação de entalpia é crucial para o estudo da termoquímica! Por isso, as equações termoquímicas precisam informar qual a quantidade de calor trocada com o meio.

Essa quantidade de calor pode aparecer de duas formas: como um apêndice da reação química, ou fazendo parte dela.

a. Calor como um produto da reação



Nessa equação, o calor trocado é colocado como um produto da reação. Ou seja, a reação do gás carbônico com oxigênio produziu 565,6 kJ de energia. Por isso, essa reação química é uma reação exotérmica.

A energia liberada veio dos reagentes, então

Entalpia produtos < Entalpia dos reagentes

b. Calor como um reagente



Na reação de conversão do oxigênio para o gás ozônio, o calor trocado é um reagente. Por isso, ele precisou ser absorvido para que a reação acontecesse. Assim, essa reação é uma reação endotérmica. A energia fornecida foi absorvida para produção de ozônio, que agora a armazena na forma de energia potencial.

Entalpia produtos > Entalpia dos reagentes

c. Valores de ΔH

Uma última forma como a troca de calor pode aparecer é como valor de ΔH .

A primeira equação poderia ser escrita como:



Entalpia produtos < Entalpia dos reagentes



Escrito dessa maneira, o valor negativo de ΔH indica que se trata de uma reação exotérmica – que libera energia para o meio.

Já a segunda equação, como precisou absorver calor, teria o seu valor de ΔH positivo:

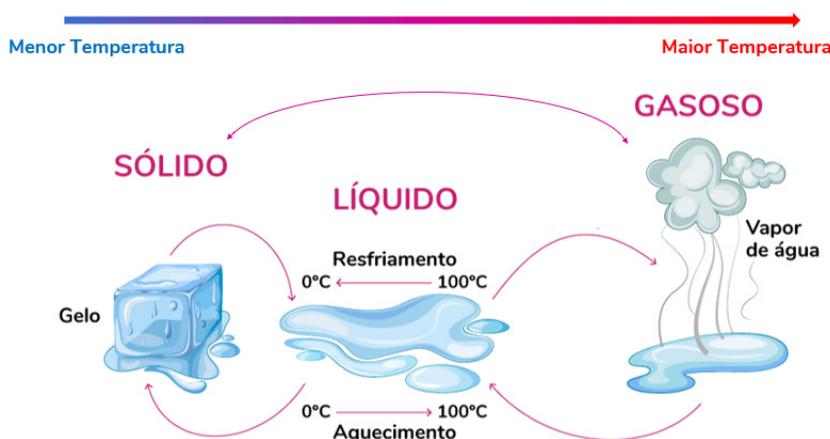


Entalpia produtos > Entalpia dos reagentes

Assim, como a conversão do gás oxigênio para ozônio é endotérmica, ela diminui a temperatura do meio (precisamos fornecer energia), absorvendo calor. Por isso, tem ΔH positivo.

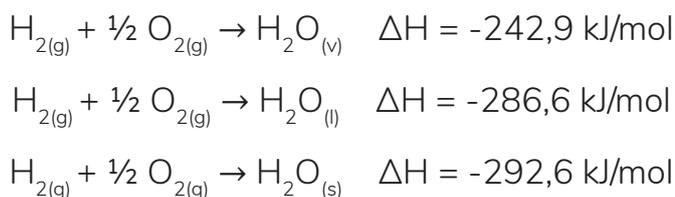
4. ESTADO FÍSICO DAS SUBSTÂNCIAS

Já sabemos que para a mudança de fase há uma troca de calor envolvida: ao aquecemos a água líquida, ela tenderá a passar para o estado de vapor. Resfriamos a água, ela solidifica. Por isso, precisamos estabelecer o estado físico das substâncias nas equações termoquímicas.



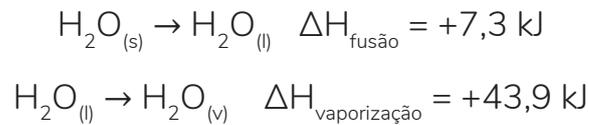
Se partirmos da água sólida para um produto no estado de vapor, por exemplo, com certeza a variação de entalpia do processo será muito maior, porque a energia total será a energia da reação química + energia utilizada para vaporizar a água.

Veja os exemplos abaixo:



↓
Maior quantidade de energia liberada

Assim, dependendo do estado físico dos reagentes e produtos, a troca de energia não será somente devida à quebra e formação de ligações químicas, mas também estará associada à mudança de estado físico.



Esses valores significam que para converter a água sólida a 0°C para água líquida, precisamos fornecer 7,3 kJ de energia. É um processo endotérmico. Para fazer o processo contrário, retiraríamos do sistema 7,3 kJ.

5. ESTADO ALOTRÓPICO DAS SUBSTÂNCIAS

Na termoquímica, foi estabelecido um estado padrão para as substâncias. Esse estado padrão representa a forma mais estável e mais abundante na crosta terrestre.

Por exemplo, o $\text{O}_{2(g)}$ foi escolhido como o estado alotrópico padrão do oxigênio, que pode existir na forma de O_2 e de O_3 . Foi necessário fazer essa escolha porque a conversão de um estado alotrópico a outro também requer energia, como já vimos:



O mesmo é válido para outras substâncias que possuem alótropos, como o carbono, fósforo e enxofre. Sempre que estes elementos estiverem envolvidos na sua forma pura, será necessário especificar qual o estado alotrópico.

Elemento Químico	Alótropo mais estável
Oxigênio	Gás oxigênio (O_2)
Carbono	Grafite (C_g)
Fósforo	Vermelho (P_n)
Enxofre	Rômbico (S_8)

Novamente, conhecer os estados é necessário porque reações em estados alotrópicos diferentes terão diferentes energias envolvidas. Em uma reação de carbono com oxigênio para formação de CO_2 , é necessário especificar se o carbono está na forma de diamante ou de grafite, porque seria necessário que o diamante fosse convertido em grafite para reagir com oxigênio; e esse processo também requer energia.

ANOTAÇÕES
