

Extensão das reações químicas



Essencial

- Relacionar as constantes de equilíbrio das reações direta e inversa.
- Prever o sentido da evolução de um sistema químico homogêneo por comparação entre o quociente da reação e a constante de equilíbrio.

Palavras-chave

- Constante de equilíbrio.
- Extensão da reação.
- Quociente de reação.



Situações de equilíbrio dinâmico

Depois de um sistema reacional ter atingido o equilíbrio podem ocorrer duas situações muito diferentes:

Se houver **mais produtos do que reagentes**



(diz-se que)
o equilíbrio está **deslocado no sentido direto**.

Se houver **mais reagentes do que produtos**

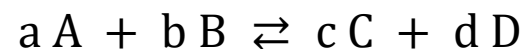


(diz-se que)
o equilíbrio está **deslocado no sentido inverso**.

Como quantificar este aspeto de um equilíbrio?

Constante de equilíbrio químico, K : Lei de Guldberg e Waage

Numa reação do género



a **constante de equilíbrio** (em função das concentrações), K_c , é dada pela expressão

$$K_c = \frac{[C]_e^c [D]_e^d}{[A]_e^a [B]_e^b}$$

em que:

K_c – constante de equilíbrio

$[A]_e$ e $[B]_e$ – concentrações dos reagentes, no equilíbrio

$[C]_e$ e $[D]_e$ – concentrações dos produtos, no equilíbrio

a e b – coeficientes estequiométricos dos reagentes

c e d – coeficientes estequiométricos dos produtos

A constante de equilíbrio K_c :

Depende apenas da temperatura;

É calculada com os **valores das concentrações de equilíbrio** de cada um dos constituintes presentes.

Relação entre K_c e a extensão da reação

$$K_c = \frac{[C]_e^c [D]_e^d}{[A]_e^a [B]_e^b}$$

O valor de K_c dá indicação acerca da **extensão da reação**:

K_c muito pequeno:

Equilíbrio **muito deslocado no sentido inverso**;

Grande concentração de reagentes, no equilíbrio.

K_c entre 10^{-3} e 10^3 :

As extensões das reações direta e inversa são semelhantes.

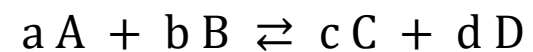
K_c grande:

A reação é **quase completa, muito deslocada no sentido direto**;

Grande concentração de produtos, no equilíbrio.

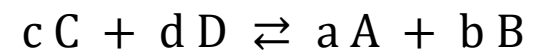
Relação entre constantes do mesmo equilíbrio

Se



$$K_{c1} = \frac{[C]_e^c [D]_e^d}{[A]_e^a [B]_e^b}$$

e o mesmo equilíbrio, escrito de forma inversa



$$K_{c2} = \frac{[A]_e^a [B]_e^b}{[C]_e^c [D]_e^d}$$

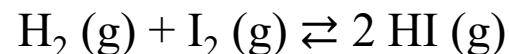
então:

$$K_{c1} = \frac{1}{K_{c2}}$$

Aplicar...

$$K_c = \frac{[C]_e^c [D]_e^d}{[A]_e^a [B]_e^b}$$

Introduziram-se hidrogénio molecular e iodo num reator com 5,00 dm³ de capacidade, à temperatura de 425 °C, tendo ocorrido a seguinte reação



Após ser atingido o equilíbrio a análise do sistema reacional mostrou que coexistiam no reator 0,100 mol de H₂, 0,050 mol de I₂ e 0,520 mol de HI.
Calcule a constante deste equilíbrio à temperatura de 425 °C.

Resolução

Concentrações em equilíbrio:

$$\begin{aligned} [\text{H}_2]_e &= 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \\ [\text{I}_2]_e &= 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \\ [\text{HI}]_e &= 0,104 \text{ mol dm}^{-3} \end{aligned}$$

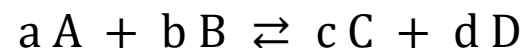
Expressão da constante de equilíbrio: $K_c = \frac{[\text{HI}]_e^2}{[\text{H}_2]_e [\text{I}_2]_e}$

Cálculo da constante, a 425 °C: $K_c = 54,1$

Quociente da reação, Q

O quociente de reação, Q , é calculado da mesma maneira que a constante de equilíbrio, mas para uma **situação que não o equilíbrio**.

Para o sistema



o quociente é calculado pela expressão

$$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

em que:

Q – quociente da reação

$[A]$ e $[B]$ – concentrações dos reagentes

$[C]$ e $[D]$ – concentrações dos produtos

a e b – coeficientes estequiométricos dos reagentes

c e d – coeficientes estequiométricos dos produtos

Relação entre K_c e Q e o sentido dominante da progressão da reação

O valor de Q permite avaliar se o sistema está em equilíbrio ou, se não estiver, em que sentido irá evoluir, até que se atinja o equilíbrio.

Comparando Q com K_c , é possível prever como o sistema vai evoluir.

Se:

$Q < K_c$ – o sistema vai **evoluir no sentido direto**.

$Q = K_c$ – o sistema encontra-se **em equilíbrio**.

$Q > K_c$ – o sistema vai **evoluir no sentido inverso**.

$$K_c = \frac{[C]_e^c [D]_e^d}{[A]_e^a [B]_e^b}$$

$$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

Essencial

- Relacionar as constantes de equilíbrio das reações direta e inversa.
 - Prever o sentido da evolução de um sistema químico homogéneo por comparação entre o quociente da reação e a constante de equilíbrio.
-

Palavras-chave

- Constante de equilíbrio.
 - Extensão da reação.
 - Quociente de reação.
-

Formulário

$$K_c = \frac{[C]_e^c [D]_e^d}{[A]_e^a [B]_e^b}$$

$$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

Bibliografia

- “Aprendizagens Essenciais – Física e Química A – 11º ano”, Ministério da Educação, 2018.
- J. Paiva, A. J. Ferreira, M. G. Matos, C. Morais, C. Fiolhais, “Novo 11Q”, Texto Editores, Lisboa, 2016.
- D. reger, S. Goode, E. Mercer, “Química: Princípios e Aplicações”, 2ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, 2010, Lisboa.
- J. Paiva, M. G. Matos, C. Morais, C. Fiolhais, “11 Q – Física e Química A – Química”, Texto Editores, Lisboa, 2022.
- C. C. Silva, C. Cunha, “Química em Reação 11”, Porto Editora, Porto, 2022.