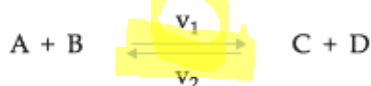


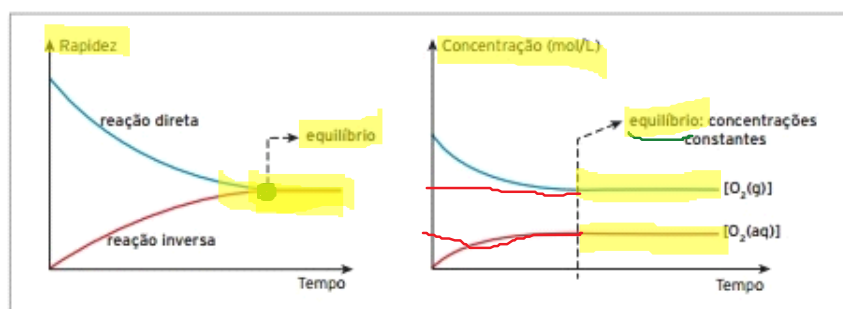
Entenda o que é equilíbrio químico

O equilíbrio químico ocorre quando, em uma reação reversível, a velocidade da reação direta é igual à velocidade da reação inversa. Uma vez atingido o estado de equilíbrio, as concentrações de reagentes e produtos permanecem constantes. Consideremos a equação genérica:



onde v_1 é a velocidade da reação direta e v_2 a velocidade da reação inversa.

Esse estado é alcançado, em outras palavras, quando a concentração de reagentes e produtos permanece constante. Observe:



No início, v_1 é o máximo porque as concentrações de A e B apresentam valores máximos, enquanto v_2 é igual a zero, porque C e D ainda não foram formados. À medida que a reação ocorre, A e B diminuem, e C e D aumentam, portanto, v_1 diminui e v_2 aumenta, até que as duas velocidades se igualem. No instante em que $v_1 = v_2$, podemos dizer que o sistema atinge o estado de equilíbrio.

Atingido o estado de equilíbrio, a reação química continua a ocorrer (nível microscópico) nos dois sentidos, com a mesma velocidade e.

Atingido o estado de **equilíbrio**, a **reação química** continua a ocorrer (nível microscópico) **nos dois sentidos**, com a mesma velocidade e, portanto, as concentrações de reagentes e produtos ficam constantes. Por isso, podemos dizer que o equilíbrio é um equilíbrio dinâmico.

Ao considerarmos o sistema como um todo (nível macroscópico), aparentemente a reação “parou” de acontecer, porque as concentrações de reagentes e produtos permanecem inalterados indefinidamente.

Para que o estado de **equilíbrio** possa ser atingido, é necessário que:

- o sistema encontre-se num recipiente fechado;
- a temperatura fique constante.

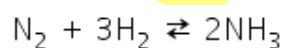
Reações Químicas Reversíveis

Exemplo de equação química: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

No primeiro membro (antes da seta) aparecem os **reagentes**, ou seja, as substâncias que entram na reação.

No segundo membro (depois da seta) estão os **produtos**, isto é, as substâncias que foram formadas pela reação.

Em uma **reação reversível**, ela pode ocorrer nos dois sentidos (representado por $\rightleftharpoons$):



Assim, nas reações diretas os reagentes formam produtos (reagentes $\rightarrow$ produtos). Já nas reações inversas, os produtos formam reagentes (produtos $\rightarrow$ reagentes).

Constante de Equilíbrio (K)

A constante de equilíbrio (K_c) é uma grandeza que caracteriza o equilíbrio químico levando em consideração os aspectos cinéticos das reações químicas e as soluções em equilíbrio dinâmico.

No equilíbrio químico, as taxas de reação de um sentido de reação e seu inverso devem ser iguais.

Sendo assim, foi estabelecido que a constante de equilíbrio é obtida por:

$$K = \frac{[\text{produtos}]}{[\text{reagentes}]}$$

O valor de K varia conforme a temperatura.

Constante de equilíbrio em função da concentração (K_c)

Dada a equação química: $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

Expressamos a constante de equilíbrio da seguinte forma:

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

Sendo que:

- $[]$ é a concentração em mol/L
- a, b, c e d são os coeficientes estequiométricos

Exemplo:

Equação química	Constante de equilíbrio K_c
$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$	$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]^1 \cdot [H_2]^3}$

Atribuindo, por exemplo, valores para as concentrações temos:

Concentrações	Cálculo da constante de equilíbrio K_c
$[N_2] = 0,20 \text{ mol/L}$	$K_c = \frac{[0,60]^2}{[0,20] \cdot [0,20]^3}$ $K_c = 225$
$[H_2] = 0,20 \text{ mol/L}$	
$[NH_3] = 0,60 \text{ mol/L}$	

Exercícios:

1.

(UFRS) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- a) ocorre simultaneamente nos sentidos direto e inverso.
- ☒ b) as velocidades das reações direta e inversa são iguais.
- c) os reagentes são totalmente consumidos.
- d) a temperatura do sistema é igual à do ambiente.
- e) a razão entre as concentrações de reagentes e produtos é unitária.

2.

(FATEC) Nas condições ambientes, é exemplo de sistema em estado de equilíbrio uma:

- a) xícara de café bem quente;
- ☒ b) garrafa de água mineral gasosa fechada;
- c) chama uniforme de bico de Bunsen;
- d) porção de água fervendo em temperatura constante;
- e) tigela contendo feijão cozido.

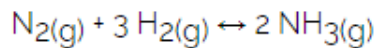
3.

Em relação a uma reação em equilíbrio químico, assinale a alternativa incorreta:

- a) Não pode ocorrer troca de matéria com o ambiente.
- b) A energia não é introduzida ou removida do sistema.
- ☒ c) A soma das quantidades de matéria dos reagentes deve ser igual à soma das quantidades de matéria dos produtos da reação.
- d) As propriedades macroscópicas do sistema não variam com o tempo.
- e) A rapidez é a mesma nos dois sentidos da reação e as concentrações das espécies envolvidas permanecem inalteradas.

4.

A produção de amônia em escala industrial é realizada pelo sistema de Haber-Bosh em que se controla a pressão e a temperatura, mantendo-se um sistema em equilíbrio formado entre os gases:



Esse processo fornece um rendimento em produtos da reação de 30%, mas é a melhor condição de produção. Sobre esse equilíbrio, podemos afirmar que:

a) $[\text{N}_2] = [\text{H}_2]$.

b) $[\text{NH}_3] = \text{constante}$.

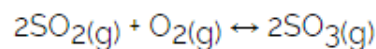
c) $[\text{N}_2] = [\text{NH}_3]$.

d) $v_{\text{inversa}} > v_{\text{direta}}$.

e) $v_{\text{direta}} > v_{\text{inversa}}$.

6.

(PUC-RS) Um equilíbrio envolvido na formação da chuva ácida está representado pela equação:



Em um recipiente de 1 litro, foram misturados 6 mols de dióxido de enxofre e 5 mols de oxigênio. Depois de algum tempo, o sistema atingiu o equilíbrio; o número de mols de trióxido de enxofre medido foi 4. O valor aproximado da constante de equilíbrio é:

a) 0,53

b) 0,66

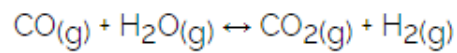
c) 0,75

d) 1,33

e) 2,33

7.

Em um recipiente de 5 L, a uma temperatura T, são misturados 5 mol de CO(g) e 5 mol de $\text{H}_2\text{O(g)}$. Quando o equilíbrio é atingido, coexistem 3,325 mol de $\text{CO}_2\text{(g)}$ e 3,325 mol de $\text{H}_2\text{(g)}$. Calcule o valor de K_c , na temperatura T, para o seguinte equilíbrio:



- a) 3940
- b) 394
- c) 0,394
- d) 39,4
- e) 3,94

8.

Analise o diagrama a seguir que mostra as variações de concentração em mol/L de NO_2 e N_2O_4 até atingirem o equilíbrio, dado pela reação $2 \text{NO}_2 \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4$.

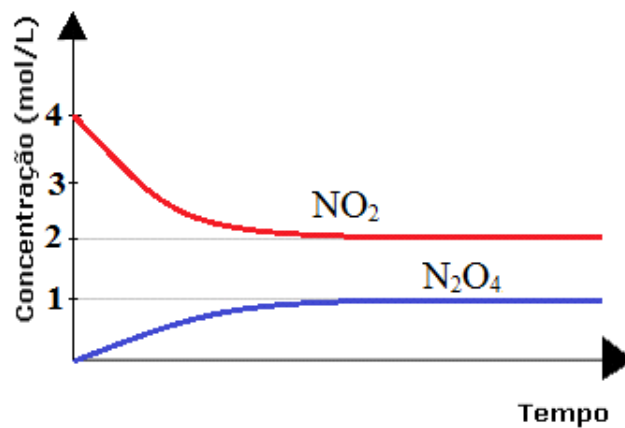


Diagrama de reação em equilíbrio químico

Determine a alternativa que indica o valor correto de K_c nessas condições:

Determine a alternativa que indica o valor correto de K_c nessas condições:

- a) 0,25
- b) 0,5
- c) 2,5
- d) 2
- e) 4