

1.2. Equilíbrio Químico e extensão das reações

PRINCÍPIO DE LE CHÂTELIER

Se um sistema em equilíbrio for perturbado externamente, o sistema ajusta-se de forma a minimizar a ação dessa perturbação.

Reações incompletas e equilíbrio químico
reações inversas e equilíbrio químico
equilíbrio químico

Extensão das reações químicas

constante de equilíbrio usando concentrações

quociente da reação

Fatores que alteram o equilíbrio químico

Princípio de Le Châtelier

Influência da temperatura no equilíbrio químico

Variação da temperatura do sistema afeta o equilíbrio e o valor da constante de equilíbrio

Segundo o Princípio de Le Châtelier:

$\Delta H > 0$

$\Delta H < 0$

Temperatura aumenta

Sistema evolui no sentido direto

K_c aumenta

Sistema evolui no sentido inverso

K_c diminui

Temperatura diminui

Sistema evolui no sentido inverso

K_c diminui

Sistema evolui no sentido direto

K_c aumenta

Influência da concentração de reagentes e produtos no equilíbrio químico

Reagentes

Produtos da reação

Concentração aumenta

$Q_c < K_c$

Sistema evolui no sentido direto

\rightarrow

$Q_c > K_c$

Sistema evolui no sentido inverso

\leftarrow

Concentração diminui

$Q_c > K_c$

Sistema evolui no sentido inverso

\leftarrow

$Q_c < K_c$

Sistema evolui no sentido direto

\rightarrow

Influência da pressão no equilíbrio químico

Variação da pressão total do sistema afeta o equilíbrio quando:

- existem componentes no estado gasoso
- n (reagentes) \neq n (produtos)

Segundo o Princípio de Le Châtelier:

n (reagentes) $>$ n (produtos)

n (reagentes) $<$ n (produtos)

Pressão aumenta

Sistema evolui no sentido direto

\rightarrow

Sistema evolui no sentido inverso

\leftarrow

Pressão diminui

Sistema evolui no sentido inverso

\leftarrow

Sistema evolui no sentido direto

\rightarrow

LEI DA AÇÃO DAS MASSAS OU LEI DE GULDBERG-WAAGE - Para sistemas químicos suficientemente diluídos, o valor da **constante de equilíbrio não depende das concentrações** iniciais da mistura reacional.

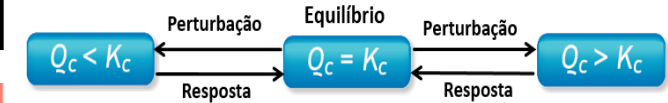
Para uma determinada reação incompleta de equilíbrio, a temperatura constante, o valor da constante de equilíbrio é sempre o mesmo para todos os estados de equilíbrio.

Perturbação aplicada:

- Adição de reagente (denominador do Q_c aumenta).
- Remoção de produto (numerador do Q_c diminui).
- $\rightarrow Q_c$ diminui.

Perturbação aplicada:

- Adição de produto (numerador do Q_c aumenta).
- Remoção de reagente (denominador do Q_c diminui).
- $\rightarrow Q_c$ aumenta.



Resposta (sentido direto):

- Consumo de reagentes e formação de produtos (denominador do Q_c diminui e numerador do Q_c aumenta).
- $\rightarrow Q_c$ aumenta até igualar o valor de K_c .

Resposta (sentido inverso):

- Consumo de produtos e formação de reagentes (numerador do Q_c diminui e denominador do Q_c aumenta).
- $\rightarrow Q_c$ diminui até igualar o valor de K_c .

Quociente da reação



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

$Q_c > K_c$

A reação ocorre espontaneamente no sentido inverso até atingir o equilíbrio químico.

$Q_c < K_c$

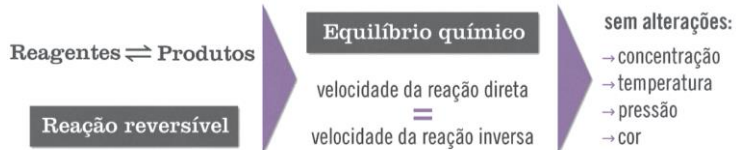
A reação ocorre espontaneamente no sentido direto até atingir o equilíbrio químico.

Para a reação incompleta de equilíbrio genérica representada pela equação química seguinte:



a constante de equilíbrio é definida por:

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



Componente Química 11ºAno – Professora Paula Melo Silva

Unidade I – Equilíbrio Químico

1.2. Equilíbrio Químico e Extensão das reações químicas

2.1 Interpretar a ocorrência de reações químicas incompletas numa base molecular: ocorrência simultânea das reações direta e inversa.

2.2 Associar estado de equilíbrio químico a qualquer estado de um sistema fechado em que, macroscopicamente, não se registam variações de propriedades físicas e químicas.

2.3 Interpretar gráficos que traduzem a variação da concentração (ou da quantidade de matéria) em função no tempo, para cada um dos componentes da mistura reacional, e da evolução temporal da velocidade das reações direta e inversa.

2.4 Associar equilíbrio químico homogéneo ao estado de equilíbrio que se verifica numa mistura reacional numa só fase.

2.5 Identificar equilíbrios homogéneos em diferentes contextos, por exemplo, a reação de síntese do amoníaco.

2.6 Escrever expressões matemáticas que traduzam a constante de equilíbrio, usando concentrações.

2.7 Concluir, a partir de valores de concentrações, que o valor da constante de equilíbrio é o mesmo para todos os estados de equilíbrio de um sistema químico, à mesma temperatura.

2.8 Relacionar a extensão de uma reação, a uma certa temperatura, com o valor da constante de equilíbrio dessa reação, a essa temperatura.

2.9 Concluir, a partir de valores de concentrações em equilíbrio, que o valor da constante de equilíbrio, para uma reação química, depende da temperatura.

2.10 Relacionar o valor da constante de equilíbrio da reação direta com o da constante de equilíbrio da reação inversa.

2.11 Distinguir entre constante de equilíbrio e quociente da reação em situações de não equilíbrio.

2.12 Prever o sentido dominante da reação com base na comparação do valor do quociente da reação, num determinado instante, com o valor da constante de equilíbrio da reação química considerada à temperatura a que decorre a reação.

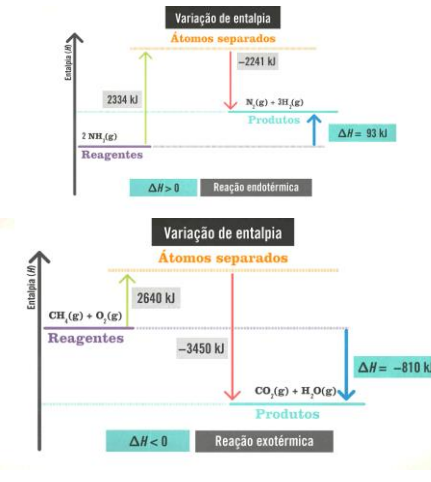
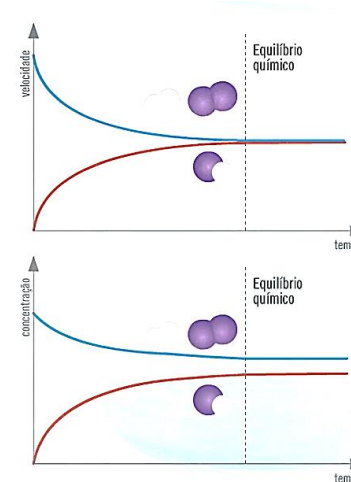
2.13 Aplicar expressões da constante de equilíbrio e do quociente da reação na resolução de questões envolvendo cálculos.

2.14 Indicar os fatores que podem alterar o estado de equilíbrio de uma mistura reacional (pressão, em sistemas gasosos, temperatura e concentração).

2.15 Interpretar o efeito da variação da concentração de um reagente ou produto num sistema inicialmente em equilíbrio, por comparação do quociente da reação com a constante de equilíbrio, a temperatura constante.

2.16 Identificar o Princípio de Le Châtelier como uma regra que permite prever a evolução de um sistema químico quando ocorre variação de um dos fatores que pode afetar o estado de equilíbrio – concentração, pressão, volume ou temperatura.

2.17 Aplicar o Princípio de Le Châtelier à síntese do amoníaco e a outros processos industriais e justificar aspetos de compromisso relacionados com temperatura, pressão e uso de catalisadores.



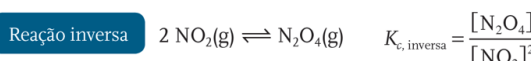
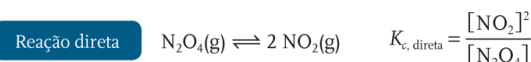
EXTENSÃO DE UMA REAÇÃO - Grau de conversão dos reagentes nos produtos de reação, uma vez atingido o estado de equilíbrio. Depende da temperatura a que é atingido o estado de equilíbrio e das concentrações das substâncias inicialmente presentes.

A reação é tanto mais extensa (maior grau de conversão) quanto maior for o valor da constante de equilíbrio.

- Se $K_c \ll 1$ a reação ocorre em pequena extensão no sentido direto predominando os reagentes no estado de equilíbrio.
- Se $K_c \gg 1$ a reação ocorre extensamente no sentido direto predominando os produtos no estado de equilíbrio.



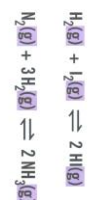
Uma particularidade da constante de equilíbrio é que se aplica apenas a uma equação química em particular, apresentando formas diferentes, por exemplo, para a reação direta ou inversa de um processo incompleto de equilíbrio.



$$K_{c, \text{direta}} = \frac{1}{K_{c, \text{inversa}}}$$

- Se $K_{c, \text{direta}} \ll 1 \rightarrow K_{c, \text{inversa}} \gg 1$
- Se $K_{c, \text{direta}} \gg 1 \rightarrow K_{c, \text{inversa}} \ll 1$

Equilíbrios homogéneos



Equilíbrios heterogéneos

