

Universidade de São Paulo
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
Curso de Engenharia de Alimentos

ZAB-1007

Química Geral

Equilíbrio químico - Introdução

Profa. Dra. Mariza Pires de Melo

Equilíbrio Químico

- Algumas reações químicas não ocorrem por completo, ou seja, se misturarmos quantidades estequiométricas de reagentes de acordo com uma determinada equação de reação, ao final de determinado tempo ainda sobrarão reagentes, e a concentração desses reagentes, assim como a concentração dos produtos formados será constante.
- Neste ponto, onde não há mais variação nem na concentração dos reagentes, nem dos produtos, temos o chamado “Equilíbrio Químico”.

Equilíbrio Químico

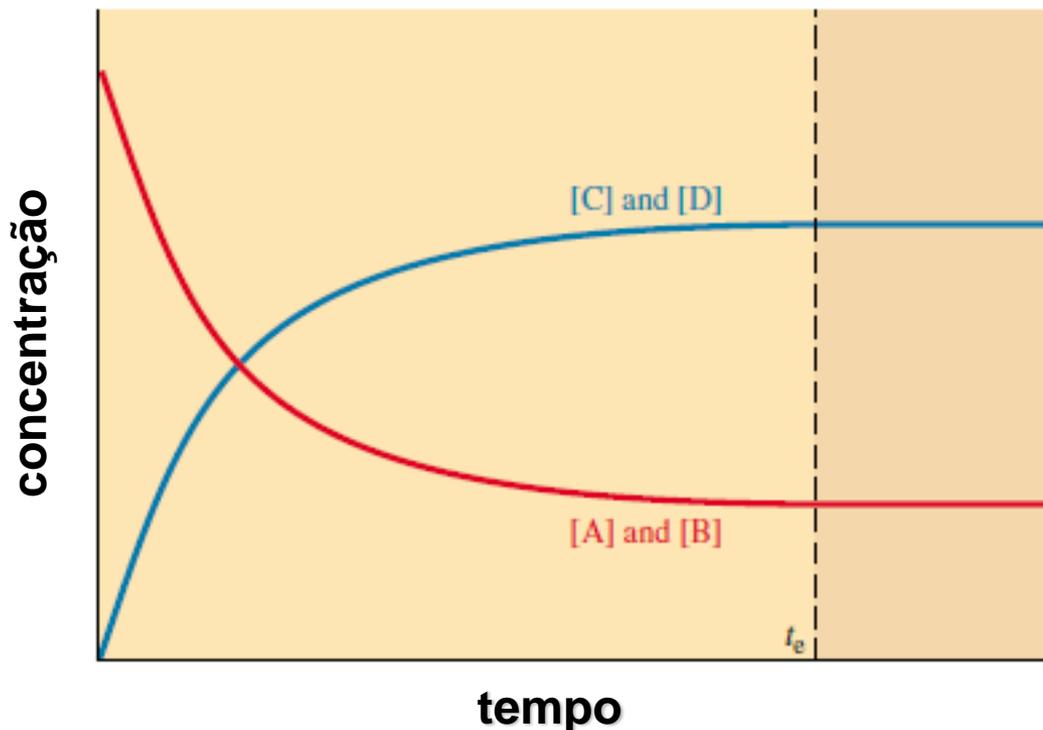
- A existência do equilíbrio químico deve-se às reações reversíveis, ou seja, reações que podem ocorrer tanto na direção do produtos, quanto na direção dos reagentes.
- O equilíbrio químico é estabelecido quando a velocidade da reação no sentido dos produtos é igual a velocidade da reação no sentido dos reagentes.



Reação de equilíbrio

Velocidade de R1=velocidade de R2

Equilíbrio Químico



Apesar de não existirem mais variações nas concentrações das espécies na reação em equilíbrio, as duas reações em sentidos opostos continuam a acontecer.

O equilíbrio é um estado dinâmico.

Quociente de reação (Q)

- Considerando uma reação geral:



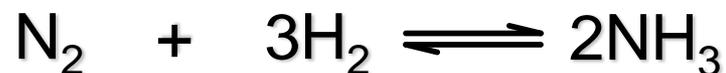
Define-se quociente de reação como:

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

- O valor do quociente de reação pode ter qualquer valor, dependendo da extensão da reação.
- No equilíbrio o valor de Q não mais varia e é igual a chamada Constante de Equilíbrio (K_c).

Quociente de reação (Q) e constante de Equilíbrio (K)

- Considere que foram misturados 1 mol de H₂ e 1 mol de N₂ em um recipiente de 1L, mantido a 350°C



Em diferentes tempos de reação foram determinadas as concentrações de todas as espécies presentes.

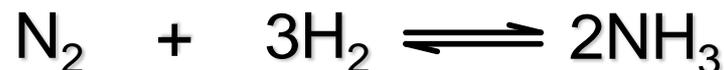
tempo	[N ₂]	[H ₂]	[NH ₃]	Q
t0	1,00	1,00	0	0
t1	0,874	0,634	0,252	0,285
t2	0,814	0,442	0,372	1,97
t3	0,786	0,358	0,428	5,08
t4	0,781	0,343	0,438	6,09
t5	0,781	0,343	0,438	6,09

no equilíbrio

$$Q = K_c$$

A constante de Equilíbrio (K_c)

- Considere os 3 experimentos abaixo para a seguinte reação a 350°C , efetuada em um recipiente de 1L:

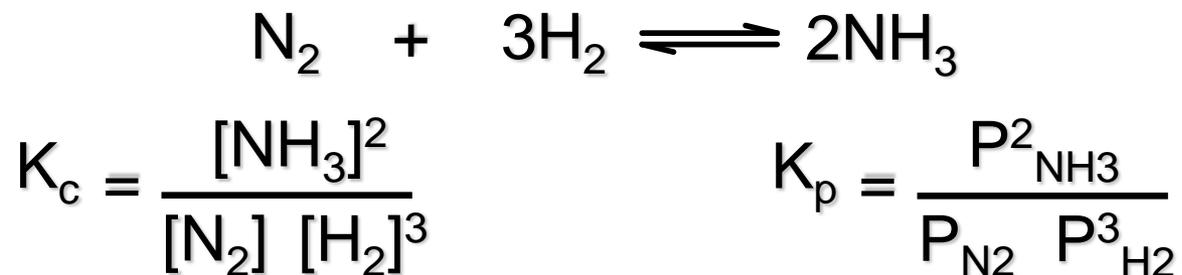


- ✓ Experimento1: mistura de 1 mol de N_2 e 3 mols de H_2
- ✓ Experimento2: mistura de 1 mol de N_2 e 1 mol de H_2
- ✓ Experimento3: mistura de 1 mol de H_2 , 1 mol de N_2 e 1 mol de NH_3

exp.	[inicial] – mol/L			[equilíbrio] – mol/L			Q = K
	N_2	H_2	NH_3	N_2	H_2	NH_3	
1	1,000	3,000	0	0,325	0,975	1,350	6,05
2	1,000	1,000	0	0,781	0,343	0,438	6,09
3	1,000	1,000	1,000	0,885	0,655	1,230	6,08

Relações entre K_c e K_p

- Para gases, muitas vezes a constante de equilíbrio pode ser escrita em termos das pressões parciais de cada gás presente na reação (K_p):



- Os valores de K_c e K_p apesar de serem diferentes, guardam uma relação numérica entre si:

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$$

sendo, R: constante universal dos gases, T: temperatura absoluta, e Δn a variação do número de mols de gás

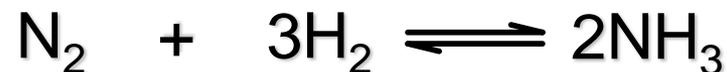
Fatores que afetam o equilíbrio

- O Princípio de *Le Chatelier*

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

- *Variação na concentração*

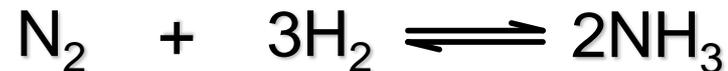
Quando se varia a concentração de alguma espécie na reação em equilíbrio, altera-se o valor Q, conseqüentemente o sistema se modifica para que o valor de Q retorne ao valor igual a K



Fatores que afetam o equilíbrio

- Variação na pressão (para reações que envolvem gases)

Com o aumento da pressão o equilíbrio se desloca para o lado da reação onde tem-se o menor número de moléculas presentes.



Caso não haja variação no número de moléculas durante a reação, não há influência da pressão sobre o equilíbrio.

Fatores que afetam o equilíbrio

- Variação na temperatura

Aumentos de temperatura deslocam o equilíbrio para o sentido endotérmico da reação, enquanto diminuições da temperatura deslocam o equilíbrio para o sentido exotérmico



Na verdade aumentos de temperatura alteram a constante de equilíbrio para valores maiores em reações endotérmicas.

A temperatura é o único fator que altera a constante de equilíbrio.