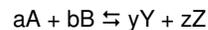


## Aula 6: Equilíbrio Químico

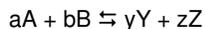
Profa. Roberta L. Ziolli

### Equilíbrio Químico - Reversibilidade de reações químicas



A seta dupla ( $\rightleftharpoons$ ) significa que a reação ocorre nos dois sentidos

Quando uma reação atinge o equilíbrio ela **não pára**. Ela continua se processando, porém tanto a **reação direta** como a **inversa** ocorrem à mesma velocidade, e desse jeito a proporção entre os reagentes e os produtos não varia. Estamos na presença de um **equilíbrio dinâmico** (e não de um *equilíbrio estático*).

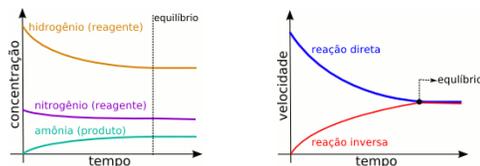
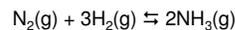


#### Perguntas:

1. Que condições favorecem a produção de Y e Z?
2. Que condições favorecem a produção de A e B?
3. Como prever quanto de produto se forma em uma transformação reversível?
4. Até onde prossegue uma transformação?

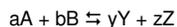
### Equilíbrio Químico

Um exemplo de reação reversível é a da produção da amônia (NH<sub>3</sub>), a partir do gás hidrogênio (H<sub>2</sub>) e do gás nitrogênio (N<sub>2</sub>):



[http://pt.wikipedia.org/wiki/Equilíbrio\\_químico](http://pt.wikipedia.org/wiki/Equilíbrio_químico)

### Constante de equilíbrio

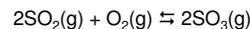


onde A, B, Y e Z representam as espécies químicas envolvidas e a, b, y e z os seus respectivos coeficientes estequiométricos. A fórmula que descreve a proporção no equilíbrio entre as espécies envolvidas é:

$$K_c = \frac{[Y]^y \cdot [Z]^z}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

Os colchetes representam o valor da concentração (em mol/L) da espécie que está simbolizada dentro dele ([A] = concentração da espécie A, e assim por diante). K<sub>c</sub> é uma grandeza chamada de *constante de equilíbrio* da reação. Cada reação de equilíbrio possui a sua constante, a qual sempre possui o mesmo valor para uma mesma temperatura.

Um exemplo: formação do trióxido de enxofre (SO<sub>3</sub>) a partir do gás oxigênio (O<sub>2</sub>) e do dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>(g)) — uma etapa do processo de fabricação do ácido sulfúrico:



A constante de equilíbrio desta reação é dada por:

$$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]}$$

o valor da constante dessa reação na temperatura de 1000 K é 0,0413 L/mol (é comum se observar a omissão da unidade da constante, uma vez que sua unidade pode variar de equilíbrio para equilíbrio)

## Aplicação da constante de Equilíbrio

- Interpretação do valor de K:

Exemplo:  $K_c = 5,0 \times 10^7$  significa que o equilíbrio da reação está mais deslocado no sentido dos produtos.

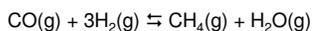
Tabela 10.3 Valores de  $K_c$  de Algumas Transformações

Transformação	Expressão de $K_c$	Valor numérico de $K_c$ a uma dada temperatura	Unidade de $K_c$
1) $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$	$\frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3}$	$5,0 \times 10^7$ 25 °C $6,0 \times 10^{-2}$ 500 °C $2,4 \times 10^{-3}$ 1 000 °C	(L/mol) <sup>2</sup>
2) $2 H_2O(g) \rightleftharpoons 2 H_2(g) + O_2(g)$	$\frac{[H_2]^2 \cdot [O_2]}{[H_2O]^2}$	$1,0 \times 10^{-41}$ 25 °C	mol/L
3) $CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$	$\frac{[H^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$	$1,8 \times 10^{-5}$ 25 °C	mol/L
4) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2 HCl(g)$	$\frac{[HCl]^2}{[H_2] \cdot [Cl_2]}$	$4,4 \times 10^3$ 25 °C	—
5) $Zn(s) + 2 Ag^+(aq) \rightleftharpoons Zn^{2+}(aq) + 2 Ag(s)$	$\frac{[Zn^{2+}][Ag]^2}{[Ag^+]^2}$	$2,0 \times 10^{21}$ 25 °C	L/mol
6) $O_2(g) \rightleftharpoons O_3(g)$	$\frac{[O_3]}{[O_2]}$	$2,8 \times 10^{-2}$ 25 °C	—
7) $BaSO_4(s) \rightleftharpoons Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$	$[Ba^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$	$1,5 \times 10^{-9}$ 25 °C	(mol/L) <sup>2</sup>
8) $H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$	$[H^+] \cdot [OH^-]$	$1,0 \times 10^{-14}$ 25 °C	(mol/L) <sup>2</sup>
9) $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 NO(g)$	$\frac{[NO]^2}{[N_2] \cdot [O_2]}$	$1,0 \times 10^{-36}$ 25 °C $1,0 \times 10^{-1}$ 2 000 °C	—

## Equilíbrio Químico:

### Aplicação da estequiometria à misturas em equilíbrio

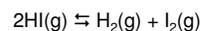
Quando 1,000 mol de CO e 3,000 mol de  $H_2$  reagem num recipiente de 10,00 L, a 927 °C, e atingem o equilíbrio, a mistura em equilíbrio contém 0,387 mol de  $H_2O$ . Qual a composição molar da mistura em equilíbrio?



## Equilíbrio Químico:

### Cálculo da constante de equilíbrio a partir da composição do sistema reacional

Quando 4,00 mol de HI é colocado num recipiente de 5,00 L, a 458 °C, verifica-se que a mistura em equilíbrio contém 0,442 mol de  $I_2$ . Qual o valor de  $K_c$  para a decomposição do HI nessa temperatura?



## Equilíbrio Químico:

### Resolução de problemas de equilíbrio (equação do segundo grau em x)

Se 1,00 mol de  $H_2$  e 2,00 mol de  $I_2$  forem colocados num recipiente de 1,00 L, qual será a quantidade das substâncias (em mol) na mistura gasosa em equilíbrio, a 458 °C? Dado  $K_c=49,7$ .

