

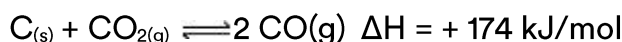


Equilíbrio químico

6 C		8 O	9 F
14 Si	15 P		17 Cl

Equilíbrio químico

1. À temperatura ambiente, o $\text{NO}_{2(g)}$, gás castanho-avermelhado, está sempre em equilíbrio com o seu dímero, o $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$, gás incolor. Preparem-se dois tubos fechados com a mesma coloração inicial. Um deles foi mergulhado em banho de gelo + água e o outro em água a 80°C . O tubo frio se tomou incolor e o quente assumiu uma coloração castanho-avermelhada mais intensa.
- Com base nas observações descritas, explique se a reação de dimerização é endo ou exotérmica.
 - Em qual das duas temperaturas o valor numérico da constante de equilíbrio é maior? Explique.
2. A reação de transformação do dióxido de carbono em monóxido de carbono, representada pela equação abaixo, é muito importante em alguns processos metalúrgicos:



A constante de equilíbrio dessa reação pode ser expressa em termos de pressões parciais, como:

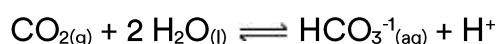
$$K_p = \frac{(P_{\text{CO}})^2}{P_{\text{CO}_2}}$$

Qual é o efeito sobre esse equilíbrio quando:

- adiciona-se carbono sólido?
- aumenta-se a temperatura?
- introduz-se um catalisador?

Justifique suas respostas.

3. Refrigerantes possuem grandes quantidades de gás carbônico dissolvido. A equação abaixo representa, simplificada, o equilíbrio envolvendo esse gás em solução aquosa.



A dissolução de gases em líquidos é favorecida pelo aumento da pressão e diminuição da temperatura. Por outro lado, a concentração de íons hidrogênio no estômago é elevada. À luz desses fatos explique a eructação (arroto) provocada pela ingestão do refrigerante.

4. O íon complexo $[\text{Cr}(\text{C}_2\text{H}_8\text{N})_2(\text{OH})_2]^+$ pode existir na forma de dois isômeros geométricos A e B que estão em equilíbrio:

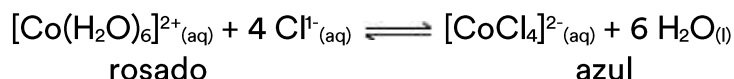
isômero A \rightleftharpoons isômero B

Numa experiência, realizada a temperatura constante, em que se partiu do isômero A puro, foram obtidos os seguintes dados da concentração desse isômero em função do tempo, em segundos:

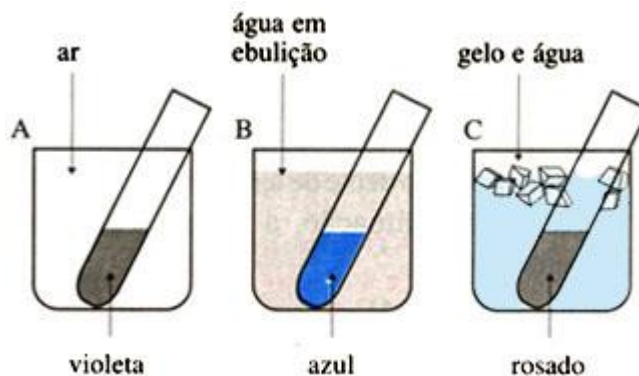
tempo	0	100	200	500	1000	2000	2500	3000
$[\text{A}]/10^{-3}\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	11,6	11,3	11,0	10,5	10,2	10,0	10,0	10,0
$[\text{B}]/10^{-3}\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$								

- a) Obtenha os dados da concentração do isômero B e construa uma tabela desses dados para todos os tempos indicados.
b) Qual o valor da constante desse equilíbrio? Justifique.

5. Em uma solução obtida pela dissolução de cloreto de cobalto II em ácido clorídrico tem-se:



Essa solução foi dividida em três partes, cada uma colocada em um tubo de ensaio. Cada tubo de ensaio foi submetido a uma temperatura diferente, sob pressão ambiente, como ilustrado abaixo.



- a) Em que sentido a reação acima representada absorve calor? Justifique.
- b) Em qual desses três experimentos a constante do equilíbrio apresentado tem o menor valor? Explique.

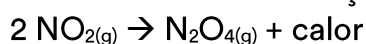
Gabarito



Tubo frio (0°C) = incolor

Tubo quente (80°C) = castanho-avermelhado

Aumentando-se a temperatura de 0°C para 80°C, o equilíbrio se desloca para a esquerda, verificado pela mudança de incolor para castanho-avermelhado na coloração do tubo. Portanto a reação direta é exotérmica.



O aumento de temperatura desloca o equilíbrio no sentido endotérmico do processo.

b) Aumentando a temperatura, o equilíbrio se desloca para a esquerda.

$$K_C = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]}$$

Isto provoca uma diminuição na concentração molar do N_2O_4 , e um aumento na concentração molar do NO_2 , diminuindo o valor numérico da constante de equilíbrio, K_C . Portanto $K_C(80^\circ\text{C}) < K_C(0^\circ\text{C})$

2. a) A adição de uma substância na fase sólida em um equilíbrio heterogêneo, como neste caso, não altera o estado de equilíbrio químico.

b) O aumento de temperatura, de acordo com o Princípio de Le Chatelier, favorece a reação endotérmica; neste caso, a formação de CO (reação direta). Desse modo, o equilíbrio será deslocado para a direita (formação de $\text{CO}_{(g)}$).

c) O catalisador aumenta, simultânea e igualmente, ambas as velocidades das reações (direta e inversa), porque a presença do catalisador diminui a energia de ativação de ambas as reações. Conclusão: a presença de catalisador não modifica um estado de equilíbrio químico.

3. Considerando o equilíbrio que envolve o gás carbônico em solução aquosa:

Quando o refrigerante é ingerido, a elevada concentração de íons H_3O^+ no estômago provoca o deslocamento do equilíbrio para a esquerda, aumentando a quantidade de gás carbônico, $\text{CO}_{2(g)}$ desprendido e causando o arroto. Esse desprendimento ainda é favorecido pela diminuição da pressão e pelo aumento da temperatura.

- O $\text{CO}_{2(g)}$ é engarrafado nos refrigerantes sob alta pressão. Quando o líquido é ingerido, a pressão diminui o suficiente para provocar o escape do gás.

- A maior temperatura do organismo em relação ao refrigerante, que geralmente é consumido gelado, provoca também uma diminuição na solubilidade do $\text{CO}_{2(g)}$.

4. a) Cálculo das concentrações do isômero B utilizando a escala da tabela dada ($10^{-3}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)

Tempo = 0(s) isômero A puro [B] = 0 mol/Lm

A partir daí, temos: [B] = [A]tempo anterior - [A]tempo atual

tempo = 100 s [B] = 11,6 - 11,3 = 0,3 mol/L

tempo = 200 s [B] = 11,6 - 11,0 = 0,6 mol/L

tempo = 500 s [B] = 11,6 - 10,5 = 1,1 mol/L

tempo = 1000 s [B] = 11,6 - 10,2 = 1,4 mol/L

tempo = 2000 s [B] = 11,6 - 10,0 = 1,6 mol/L

tempo = 2500 s [B] = 11,6 - 10,0 = 1,6 mol/L

tempo = 3000 s [B] = 11,6 - 10,0 = 1,6 mol/L

b)

$K_c = [B]/[A]$

$K_c = 1,6 \cdot 10^{-3} / 10,0 \cdot 10^{-3}$

$K_c = 0,16$

5. a) Pelo Princípio de Le Chatelier, um aumento de temperatura sobre um sistema em equilíbrio irá favorecer a reação endotérmica. Na água em ebulição (sistema B), observa-se a cor azul, o que significa que o equilíbrio foi deslocado para a direita. Logo, a reação direta, de formação do íon $[\text{CoCl}_4]^{2-}_{(\text{aq})}$ é a endotérmica.

b) A constante de equilíbrio diminui de valor com a diminuição das concentrações molares dos participantes à direita da equação, $[\text{CoCl}_4]^{2-}_{(\text{aq})}$ e 6 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ e com o aumento das concentrações dos participantes à esquerda da equação, $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}_{(\text{aq})}$ e 4 $\text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$. Isto é, K apresentará o menor valor quando o equilíbrio estiver deslocado para a esquerda, o que ocorre quando a solução está mergulhada em água e gelo (sistema C).