



## LISTA DE EXERCÍCIOS DE EQUILÍBRIO QUÍMICO

### 1) (Puc-so 2007) VIDA MARINHA EM RISCO

O gás carbônico (CO<sub>2</sub>) é um dos responsáveis pelo chamado "efeito estufa", um fenômeno que ocorre naturalmente em nosso planeta há bilhões de anos. A presença desse gás na atmosfera permite a entrada de radiação solar, mas, por absorver parte dos raios infravermelhos refletidos pela superfície da Terra, aprisiona calor na troposfera, permitindo que a temperatura média do planeta seja adequada à manutenção da vida.

Nos últimos dois séculos a concentração de gás carbônico na atmosfera tem crescido consideravelmente, e, por conta disso, acredita-se que esteja ocorrendo um aquecimento global de proporções não desejáveis. Uma boa parcela desse aumento da taxa de CO<sub>2</sub> ocorre em consequência de atividades humanas, em especial a queima de combustíveis fósseis para a obtenção de energia, necessária para abastecer indústrias, automóveis e residências, e a devastação de florestas por meio de desmatamentos e queimadas.

Já tem sido registrados muitos efeitos da elevação da concentração atmosférica de CO e do aquecimento global para os seres vivos.

Por exemplo, o excesso de CO<sub>2</sub> na atmosfera faz com que os oceanos absorvam mais desse gás, o que aumenta a acidez da água.

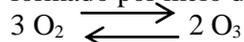
Estima-se que esta mudança já tenha afetado cerca de 60 % dos bancos de corais do planeta. Por outro lado, um ligeiro aquecimento da água tem provocado a diminuição de populações de zooplâncton em certas regiões.

Recentemente foi elaborado um documento por cientistas de vários países, demonstrando que a elevação da temperatura global e suas conseqüentes mudanças climáticas estão em velocidade e intensidade maiores do que se pensava. Diante desse quadro, diversas estratégias vêm sendo discutidas visando a diminuir a quantidade de CO<sub>2</sub> e de outros gases estufa na atmosfera, como, por exemplo, a redução da queima de combustíveis fósseis, o reflorestamento de áreas devastadas e, até mesmo, propostas originais como a possibilidade de se multiplicar o fitoplâncton.

Com base em seus conhecimentos de Química responda:

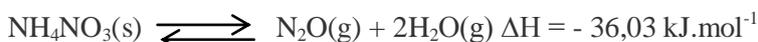
O aumento da concentração de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera implica a diminuição de pH da água dos oceanos. Explique esse fato, sabendo que a dissolução do CO<sub>2</sub> em água envolve um equilíbrio químico com formação do íon bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Equacione o processo.

2) Na alta atmosfera ou em laboratório, sob ação de radiações eletromagnéticas, o ozônio é formado por meio da reação endotérmica:



- O aumento da temperatura favorece ou dificulta a formação do ozônio?
- E o aumento da pressão?

3) (Pucrs) O monóxido de dinitrogênio, quando inalado em pequenas doses, produz uma espécie de euforia, daí ser chamado de gás hilariante. Ele pode ser obtido por meio da decomposição do nitrato de amônio, conforme equação representada a seguir:



Com relação a essa reação em equilíbrio, está correto afirmar que

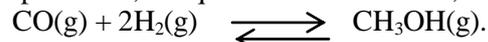
- a produção de monóxido de dinitrogênio aumenta com o aumento de temperatura.
- a adição de um catalisador aumenta a formação do gás hilariante.

- (C) o equilíbrio químico é atingido quando as concentrações dos produtos se igualam.  
 (D) um aumento na concentração de água desloca o equilíbrio químico no sentido da reação de formação do monóxido de dinitrogênio.  
 (E) uma diminuição na concentração de monóxido de dinitrogênio desloca o equilíbrio químico no sentido da reação de decomposição do nitrato de amônio.

4) (Puc-rio) Para a síntese do metanol, foram utilizadas as seguintes concentrações das espécies em quantidade de matéria:

$$[\text{CO}] = 1,75 \text{ mol L}^{-1}, [\text{H}_2] = 0,80 \text{ mol L}^{-1} \text{ e } [\text{CH}_3\text{OH}] = 0,65 \text{ mol L}^{-1}$$

Ao se atingir o equilíbrio químico, numa dada temperatura, constatou-se que a concentração da espécie CO, em quantidade de matéria, estabilizou em 1,60 mol L



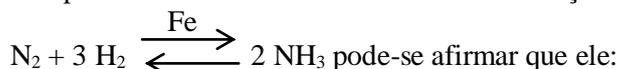
Pede-se:

- a expressão da constante de equilíbrio em função das concentrações das espécies em quantidade de matéria;
- o valor numérico da constante de equilíbrio mostrando o encaminhamento por meio dos cálculos necessários;
- o sentido que a reação se desloca quando se aumenta a concentração de monóxido de carbono.

5) No equilíbrio  $2 \text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NOCl}$ , o aumento da concentração de NO provocará:

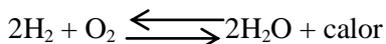
- menor produção de NOCl
- aumento da concentração de  $\text{Cl}_2$
- deslocamento do equilíbrio para a esquerda
- alteração da constante  $K_{\text{eq}}$
- formação de maior número de moléculas NOCl

6) A respeito da atividade catalítica do ferro na reação



- altera o valor da constante de equilíbrio da reação.
- altera as concentrações de  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$  e  $\text{NH}_3$  no equilíbrio.
- não altera o tempo necessário para ser estabelecido o equilíbrio.
- é consumido ao se processar a reação.
- abaixa a energia de ativação para a formação do estado intermediário.

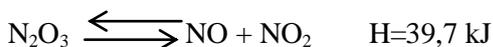
7) 1. Dado o equilíbrio:



em que sentido ele é deslocado quando:

- se aumenta a concentração da água?
- Se diminui a pressão do sistema?
- Se aumenta a temperatura do sistema?
- Se diminui a temperatura do sistema?
- Se adiciona um catalisador?

8) Qual o efeito provocado no equilíbrio abaixo quando ocorrem as seguintes alterações?



- adição de  $\text{N}_2\text{O}_3$
- remoção de NO
- aumento da temperatura do sistema
- diminuição do volume do sistema

- e) adição de um catalisador
- 9) (Unesp 2008) Dada a reação exotérmica:  

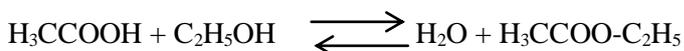
$$2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}),$$
a alteração que favorece a formação dos produtos é a elevação da
- temperatura.
  - pressão parcial de  $\text{O}_2$ .
  - concentração de  $\text{H}_2\text{O}$ .
  - pressão.
  - concentração de  $\text{H}_2\text{O}_2$ .
- 10) Para a reação em equilíbrio  $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g})$  diga qual é o efeito de cada um dos seguintes fatores sobre o equilíbrio inicial:
- adição de  $\text{PCl}_3$
  - remoção de  $\text{Cl}_2$
  - adição de catalisador
  - diminuição do volume do recipiente
- 11) (Ufla 2008) De acordo com o Princípio de Le Chatelier, quando um sistema em equilíbrio sofre alguma modificação em parâmetros, como pressão, temperatura ou concentração, as proporções de reagentes e produtos se ajustam, de maneira a minimizar o efeito da alteração. Considerando essa reação em equilíbrio, responda:  

$$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{calor}$$
- Calcule a constante de equilíbrio para a reação quando a pressão parcial de  $\text{H}_2$  for 1 atm, a pressão parcial de  $\text{O}_2$  for 1 atm e a pressão parcial de  $\text{H}_2\text{O}$  for 0,5 atm.
  - Se adicionarmos 0,15 mol de  $\text{H}_2$  e 0,7 mol de  $\text{O}_2$  ao recipiente de 0,50 L e deixarmos a mistura atingir o equilíbrio a  $25^\circ\text{C}$ , observamos que 50 % do  $\text{H}_2$  foi consumido. Qual é a composição final dessa mistura em mol  $\text{L}^{-1}$ ?

12) Em relação ao equilíbrio químico podemos afirmar que: Justifique sua resposta.

- quando uma reação química atinge o estado de equilíbrio ocorre a formação de produtos de reação.
- no estado de equilíbrio, constata-se que as propriedades macroscópicas não permanecem constantes; mesmo que o recipiente esteja fechado e a temperatura constante.
- no estado de equilíbrio, há uma igualdade entre a variação da entalpia e a energia de organização do sistema.
- uma reação química de alto rendimento é aquela que se caracteriza por apresentar um grau de equilíbrio igual a 100.
- uma reação química de baixo rendimento é aquela que se caracteriza por apresentar grau de equilíbrio igual a 1.

13) Na reação de esterificação:



verifica-se que, a  $25^\circ\text{C}$ , as concentrações das substâncias em equilíbrio são:

$$[\text{H}_3\text{CCOOH}] = 0,33 \text{ mol/L}$$

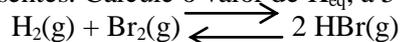
$$[\text{H}_2\text{O}] = 0,66 \text{ mol/L}$$

$$[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}] = 0,33 \text{ mol/L}$$

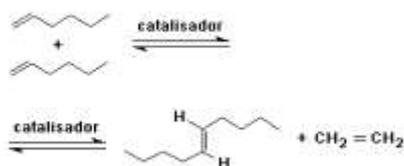
$$[\text{H}_3\text{CCOO}-\text{C}_2\text{H}_5] = 0,66 \text{ mol/L}$$

A constante de equilíbrio ( $K_{\text{eq}}$ ), a  $25^\circ\text{C}$ , vale:

14) Um mol de  $\text{H}_2$  e 1 mol de  $\text{Br}_2$  são colocados em um recipiente de 10 L de capacidade a  $575^\circ\text{C}$ . Atingindo-se o equilíbrio, a análise do sistema mostrou que 0,20 mol de  $\text{HBr}$  estão presentes. Calcule o valor de  $K_{\text{eq}}$ , a  $575^\circ\text{C}$ , para a reação:



15) (Ufrgs) O prêmio Nobel de Química de 2005 foi atribuído a três pesquisadores (Chauvin, Grubbs e Schrock) que estudaram a reação de metátese de alcenos. Essa reação pode ser representada como segue.

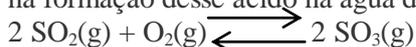


Sabendo-se que todos os participantes da reação são líquidos, exceto o eteno, que é gasoso, para se deslocar o equilíbrio para a direita, é necessário

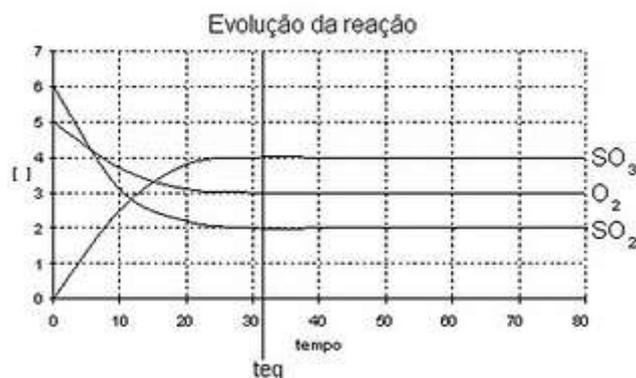
- (A) aumentar a concentração do 1-hexeno.
- (B) diminuir a concentração do 1-hexeno.
- (C) aumentar a pressão.
- (D) retirar o catalisador.
- (E) realizar a reação em um recipiente aberto.

16) (Pucrs) Para responder à questão, analise as informações e o gráfico a seguir.

O ácido sulfúrico é um dos responsáveis pela formação da chuva ácida. O equilíbrio envolvido na formação desse ácido na água da chuva é representado pela equação:



O equilíbrio foi estabelecido em determinadas condições e está representado no gráfico, no qual as concentrações estão no eixo das ordenadas, em mol/L, e o tempo está na abscissa, em segundos.



Pela análise do gráfico, é correto afirmar que a constante de equilíbrio para esse sistema é: