**Universidade Federal Fluminense**
**Instituto de Química**
**GQA - Departamento de Química Analítica**

**Química Analítica I**
**2015**
Profª: *Flávia Marques*

## 2ª Lista de Exercícios

Equilíbrio Químico:

**1 -** Assinale abaixo qual alternativa é **incorreta** acerca de um equilíbrio químico:

a) A velocidade da reação direta é igual à velocidade da reação inversa.
b) Ambas as reações (direta e inversa) ocorrem simultaneamente (trata-se de um equilíbrio dinâmico).
c) As características macroscópicas do sistema (desde que fechado) não mais se alteram.
d) Os sistemas se deslocam espontaneamente para o estado de equilíbrio.
e) Obrigatoriamente, as concentrações de todas as substâncias participantes do equilíbrio devem ser iguais.

**2 -** Nas condições ambientes, é exemplo de sistema em estado de equilíbrio uma:

a) xícara de café bem quente;
b) garrafa de água mineral gasosa fechada;
c) chama uniforme de bico de Bunsen;
d) porção de água fervendo em temperatura constante;
e) tigela contendo feijão cozido.

**3 -** Foi aquecido a 250°C um recipiente de 12 litros contendo certa quantidade de $PCl_5$. Sabe-se que, no equilíbrio, o recipiente contém 0,21 mol de $PCl_5$, 0,32 mol de $PCl_3$ e 0,32 mol de $Cl_2$. A constante de equilíbrio, para a dissociação térmica do $PCl_5$, em mol $L^{-1}$, é:

a) 0,41 mol $L^{-1}$
b) 0,49 mol $L^{-1}$
c) 0,049 mol $L^{-1}$
d) 0,041 mol $L^{-1}$
e) 0,082 mol/litro

**4 -** Misturam-se 2 mols de ácido acético com 3 mols de álcool etílico, a 25°C, e espera-se atingir o equilíbrio. Sendo o valor de $K_c$, a 25°C, igual a 4, as quantidades aproximadas, em mols, de ácido acético e acetato de etila são, respectivamente:

a) 2 e 5

b) 2 e 3

c) 0,32 e 1,68

d) 3,57 e 1,57

e) 3,57 e 4,57

**5 -** Escreva a equação de equilíbrio para as seguintes reações:

a) $N_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons NH_{3(g)}$

b) Combustão do propano

c) $HNO_{2(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + NO_2^-{}_{(aq)}$

d) $NH_4OH_{(aq)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

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

$3\ O_2 \rightleftharpoons 2\ O_3$

a) O aumento da temperatura favorece ou dificulta a formação do ozônio?

b) E o aumento da pressão?

**7 -** No equilíbrio $2\ NO + Cl_2 \rightleftharpoons 2\ NOCl$, o aumento da concentração de NO provocará:

a) menor produção de NOCl

b) aumento da concentração de $Cl_2$

c) deslocamento do equilíbrio para a esquerda

d) alteração da constante $K_{eq}$

e) formação de maior número de moléculas NOCl

**8 -** O equilíbrio $2\ CO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ CO_2(g)$ + <u>calor</u> poderá ser deslocado para a direita efetuando-se:

a) o processo com catalisador apropriado.

b) uma diminuição da pressão.

c) um aumento da concentração de $CO_2$.

d) um aquecimento do sistema.

e) um aumento da concentração de $O_2$.

**9 -** Para a dissociação do trióxido de enxofre $2\ SO_3(g) \rightleftharpoons 2\ SO_2(g) + O_2(g)$ o valor de $K_{eq}$ é igual a 5, a uma certa temperatura. Num recipiente de 10 L, a essa mesma temperatura, verifica-se que estão presentes no equilíbrio 40 mols de $SO_2$ e 50 mols de $O_2$. Portanto, o número de mols de $SO_3$ não-dissociados é igual a:

**10** - Um mol de $H_2$ e 1 mol de $Br_2$ são colocados em um recipiente de 10 L de capacidade a 575°C. Atingindo-se o equilíbrio, a análise do sistema mostrou que 0,20 mol de HBr estão presentes. Calcule o valor de $K_{eq}$, a 575ºC, para a reação:

$$H_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2\ HBr(g)$$

**11 -** Na reação de esterificação:

$H_3CCOOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons H_2O + H_3CCOO\text{-}C_2H_5$

verifica-se que, a 25ºC, as concentrações das substâncias em equilíbrio são:

$[H_3CCOOH] = 0{,}33$ mol/L

$[C_2H_5OH] = 0{,}33$ mol/L

$[H_3CCOO\text{-}C_2H_5] = 0{,}66$ mol/L

Qual o valor da constante de equilíbrio ($K_{eq}$), a 25ºC?

**12 -** A respeito da atividade catalítica do ferro na reação

$$N_2 + 3\ H_2 \overset{Fe}{\rightleftharpoons} 2\ NH_3$$

pode-se afirmar que ele:

a) altera o valor da constante de equilíbrio da reação.

b) altera as concentrações de $N_2$, $H_2$ e $NH_3$ no equilíbrio.

c) não altera o tempo necessário para ser estabelecido o equilíbrio.

d) é consumido ao se processar a reação.

e) abaixa a energia de ativação para a formação do estado intermediário.

**13 -** Para a reação em equilíbrio $PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons PCl_5(g)$, diga qual é o efeito de cada um dos seguintes fatores sobre o equilíbrio inicial:

a) adição de $PCl_3$

b) remoção de $Cl_2$

c) adição de catalisador

d) diminuição do volume do recipiente

**14 –** Para a reação $2A_{(g)} + B_{(aq)} + 3C_{(L)} \rightleftharpoons D_{(s)} + 3E_{(g)}$, as concentrações encontradas no equilíbrio são:

$A = 2,8 \times 10^3$ Pa  $B = 1,2 \times 10^{-2}$ mol $L^{-1}$  $C = 12,8$ mol $L^{-1}$

$D = 16,5$ mol $L^{-1}$  $E = 3,6 \times 10^4$ torr

Calcule a constante de equilíbio.

Dado: 1 atm = 760 mmHg (torr) = $1,013 \times 10^5$ Pa

**15 –** Das equações:

$HOCl \rightleftharpoons H^+ + OCl^-$  K = 3,0 x 10-8

$HOCl + OBr^- \rightleftharpoons HOBr + OCl^-$  K = 15

Encontre o valor de K para a reação $HOBr \rightleftharpoons H^+ + OBr^-$. Todas as espécies são aquosas.

**16 –** **(a)** Uma variação favorável de entropia ocorre quando $\Delta S$ é positivo. A ordem do sistema aumenta ou diminui quando $\Delta S$ é positivo?

**(b)** Uma variação favorável de entalpia ocorre quando $\Delta H$ é negativo. O sistema absorve ou libera calor quando $\Delta H$ é negativo?

**(c)** Escreva a relação entre $\Delta G$, $\Delta H$ e $\Delta S$. Use os resultados de (a) e (b) para dizer se $\Delta G$ será positivo ou negativo para mudanças espontâneas.

**17 –** Para a reação $HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$, $\Delta G^o = +59,0$ kJ $mol^{-1}$ a 298,15 K. Encontre o valor de *K* para a reação.

**18 –** A formação do tetrafluoretileno a partir de seus elementos é altamente exotérmica:

$$2F_{2(g)} + 2C_{(s)} \rightleftharpoons F_2C{=}CF_{2(g)}$$

(a) Se uma mistura de $F_2$, grafite e $C_2F_4$ está em equilíbrio em um sistema fechado, a reação irá para a direita ou para a esquerda quando $F_2$ é adicionado?

(b) Uma rara bactéria do planeta consome $C_2F_4$ e produz Teflon para a sua parede celular. A reação irá para a direita ou para a esquerda quando essas bactéras forem adicionadas?

(c) A reação irá para a direita ou para a esquerda se é acrescentado grafite sólido? (Despreze qualquer efeito de aumento de pressão produzido pelo decréscimo de volume no vaso quando é adicionado sólido)

(d) Para que lado irá a reação se o recipiente for comprimido a um oitavo do seu volume original?

(e) A constante de equilíbrio irá aumentar ou diminuir se o recipiente for aquecido?

**19 –** Para a reação $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$, $K = 7{,}2 \times 10^{-4}$ a 1362 K e $\Delta H^o$ é positivo. Um vaso é carregado com 48 Pa de HBr, 1370 Pa de $H_2$ e 3310 Pa de $Br_2$ a 1362 K.

(a) A reação procederá para a direita ou para a esquerda para atingir o equilíbrio?

(b) Se a mistura no equilíbrio é aquecida de 1362 para 1407 K, HBr será formado ou consumido de forma a restabelecer o equilíbrio?

**20 –** Considere os equilíbrios a seguir, nos quais todos os íons são aquosos:

(1) $Ag^+ + Cl^- \rightleftharpoons AgCl_{(aq)}$ $\quad K = 2{,}0 \times 10^3$

(2) $AgCl_{(aq)} + Cl^- \rightleftharpoons AgCl_2^-$ $\quad K = 9{,}3 \times 10$

(3) $AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$ $\quad K = 1{,}8 \times 10^{-10}$

(a) Calcule o valor numérico da constante de equilíbrio para a reação $AgCl_{(s)} \rightleftharpoons AgCl_{(aq)}$.

(b) Encontre o valor numérico de K para a reação $AgCl_2^- \rightleftharpoons AgCl_{(s)} + Cl^-$

✍ **GABARITO:**

**1 –** e

**2 –** b

**3 –** d

**4 –** c

**5 –** a) $k = \frac{pNH_3}{pN_2 \times pH_2}$

b) $C_3H_{8(g)} + 2\ O_{2(g)} \rightleftharpoons 3\ CO_{2(g)} + 4\ H_2O$

$k = \frac{(pCO_2)^3}{pC_3H_8 \times (pO_2)^2}$

c) $k = \frac{[H^+] \times [NO_2^-]}{[HNO_2]}$

d) $k = \frac{[NH_4^+] \times [OH^-]}{[NH_4OH]}$

**6 –** a) Favorece, pois a reação de formação do ozônio é endotérmica.
b) Favorece, pois a reação de formação do ozônio possui menor volume (2).

**7 –** e

**8 –** e

**9 –** 40

**10 –** 0,05

**11 –** 4

**12 –** e

**13 –** a) Deslocamento do equilíbrio para a direita.
b) Deslocamento do equilíbrio para a esquerda.
c) Aumentará a velocidade da reação, favorecendo a formação do produto.
d) A diminuição do volume acarretará em aumento da pressão, deslocando o equilíbrio para a direita.

**14 –** $1{,}2 \times 10^{10}$

**15 -** $2,0 \times 10^{-9}$

**16 –** (a) diminui (b) libera (c) negativo

**17 –** $5 \times 10^{-11}$

**18 –** (a) direita (b) direita (c) nenhum dos dois (d) direita (e) menor

**19 –** (a) direita (b) formado

**20 –**

(a) $\cancel{Ag^+} + \cancel{Cl^-} \rightleftharpoons AgCl_{(aq)}$

$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons \cancel{Ag^+} + \cancel{Cl^-}$

---

$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons AgCl_{(aq)}$

$K_1 = 2,0 \times 10^3$

$K_2 = 1,8 \times 10^{-10}$

---

$K_3 = K_1K_2 = 3,6 \times 10^{-7}$

(b) $AgCl_2^- \rightleftharpoons \cancel{AgCl_{(aq)}} + Cl^-$

$\cancel{Ag^+} + \cancel{Cl^-} \rightleftharpoons AgCl_{(s)}$

$\cancel{AgCl_{(aq)}} \rightleftharpoons \cancel{Ag^+} + \cancel{Cl^-}$

---

$AgCl_2^- \rightleftharpoons AgCl_{(s)} + Cl^-$

$K_1 = 1/(9,3 \times 10)$

$K_2 = 1/(1,8 \times 10^{-10})$

$K_3 = 1/(2,0 \times 10^3)$

---

$K_4 = K_1K_2K_3 = 3,0 \times 10^4$