

Professor:

**DANIEL TOSTES OLIVEIRA**

# EQUILÍBRIO QUÍMICO MOLECULAR - EXERCÍCIOS

**FRENTE B**



**O DINOSSAURO DA QUÍMICA**

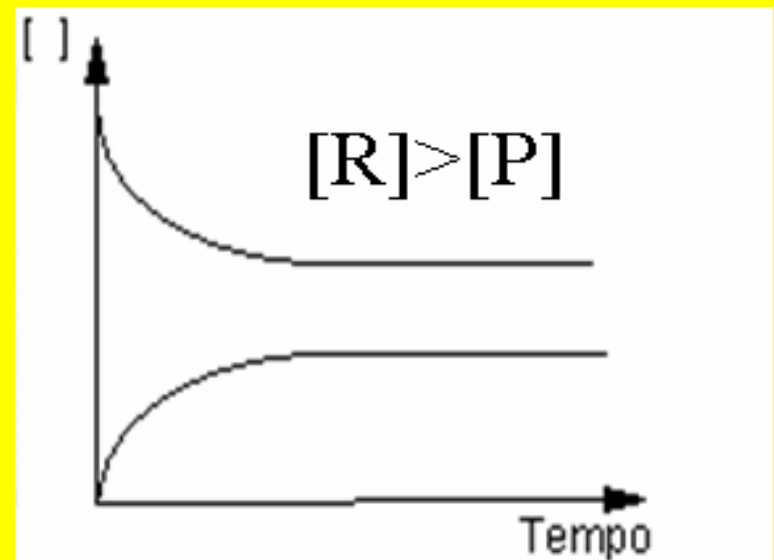
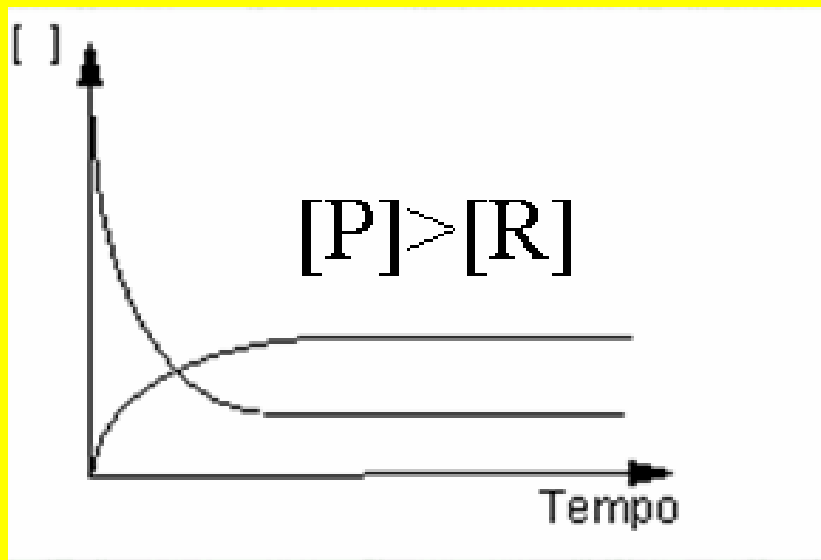


# LEMBRETES IMPORTANTES

**Quando uma reação química atinge o equilíbrio é verificado :**

⇒ A velocidade da reação direta se torna igual a velocidade da reação inversa (  $V_1 = V_2$  ).

⇒ As concentrações de reagentes e produtos se tornam constantes ( **não variam mais com o tempo** ) .



# CONSTANTE DE EQUILÍBRIO ( $K_c$ )



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

onde :

$[A], [B], [C], [D]$  = concentrações em  $\text{mol.L}^{-1}$  de cada componente, no equilíbrio

**No geral temos :**

$$K_c = \frac{[\text{PRODUTOS}]^{\text{COEFICIENTES}}}{[\text{REAGENTES}]^{\text{COEFICIENTES}}}$$

Para gases podemos também escrever:

$$K_p = \frac{(p_C)^c \cdot (p_D)^d}{(p_A)^a \cdot (p_B)^b}$$

onde :

$p_A$ ,  $p_B$ ,  $p_C$  e  $p_D$  = pressões parciais dos gases A, B, C, D  
no equilíbrio

# RELAÇÃO ENTRE $K_c$ e $K_p$

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

- $R$  é a constante geral dos gases
- $T$  deve ser em K
- $\Delta n = \Sigma$  coeficientes dos produtos -  $\Sigma$  coeficientes dos reagentes
- A unidade de  $K_c$  é :  $(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^{\Delta n}$
- A unidade de  $K_p$  é :  $(\text{atm})^{\Delta n}$  ou  $(\text{mmHg})^{\Delta n}$

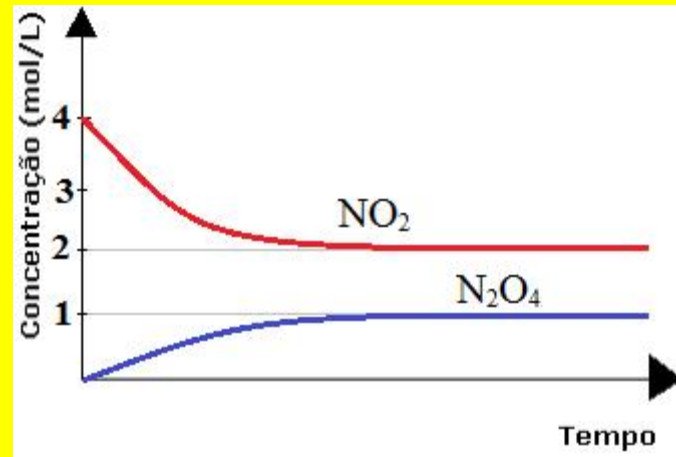
## EX 1) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- a) ocorre simultaneamente nos sentidos direto e inverso.
- b) as velocidades das reações direta e inversa são iguais.
- c) os reagentes são totalmente consumidos.
- d) a temperatura do sistema é igual à do ambiente.
- e) a razão entre as concentrações de reagentes e produtos é unitária.

**EX 2) Em relação a uma reação em equilíbrio químico, assinale a alternativa incorreta:**

- a) Não pode ocorrer troca de matéria com o ambiente.
- b) A energia não é introduzida ou removida do sistema.
- c) A soma das quantidades de matéria dos reagentes deve ser igual à soma das quantidades de matéria dos produtos da reação.
- d) As propriedades macroscópicas do sistema não variam com o tempo.
- e) A rapidez é a mesma nos dois sentidos da reação e as concentrações das espécies envolvidas permanecem inalteradas.

**EX 3)** Analise o diagrama a seguir que mostra as variações de concentração em mol/L de  $\text{NO}_2$  e  $\text{N}_2\text{O}_4$  até atingirem o equilíbrio, dado pela reação  $2 \text{NO}_2 \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4$ .



Determine a alternativa que indica o valor correto de  $K_c$  para a reação contrária, nessas condições:

- a) 0,25      b) 0,5      c) 2,5      d) 2      e) 4

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \Rightarrow K_c = \frac{2^2}{1} = 4 \text{ mol/L}$$

**LETRA e**



**EX 4)** O monóxido de nitrogênio (NO), um poluente do ar, é capaz de reagir com o O<sub>2</sub> e outros oxidantes, na atmosfera, para produzir NO<sub>2</sub>, fonte de alguns poluentes em áreas urbanas. O NO<sub>2</sub>, que é um gás marrom, sofre dimerização e origina o gás incolor N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> em determinadas condições reacionais, de acordo com a equação:



Se no equilíbrio a concentração de NO<sub>2</sub>, [NO<sub>2</sub>], é 0,040 mol.L<sup>-1</sup>, então qual deverá ser o valor da concentração de N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, [N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>], ?

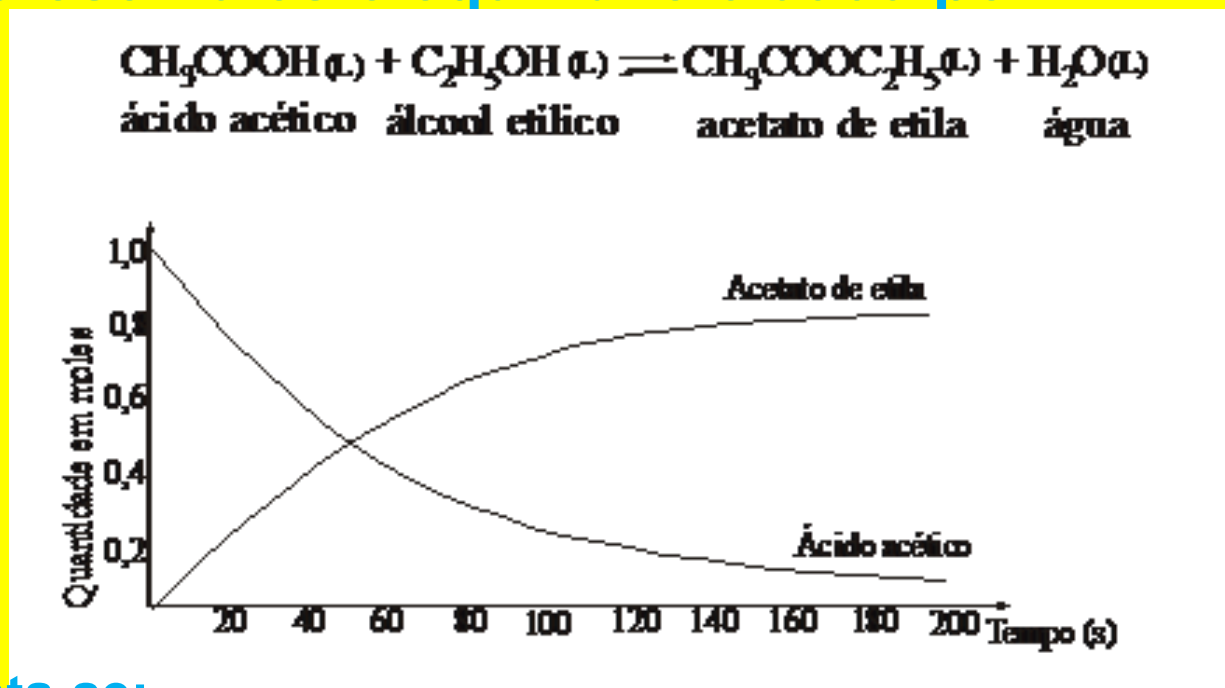
**RESOLUÇÃO :**

$$K_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} \Rightarrow 170 = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[0,04]^2} \Rightarrow [\text{N}_2\text{O}_4] = 0,272(\text{mol} / \text{L})^{\text{x}}$$

Coloque um sinal de pontuação para que a frase tenha sentido:

**Um fazendeiro tinha um bezerro e o pai do fazendeiro era também a mãe do bezerro.**

**EX 5)** A cinética da reação de consumo de 1mol de ácido acético e formação de 1 mol de acetato de etila em função do tempo está representada no gráfico a seguir. A reação que representa este equilíbrio é dada por:



**Pergunta-se:**

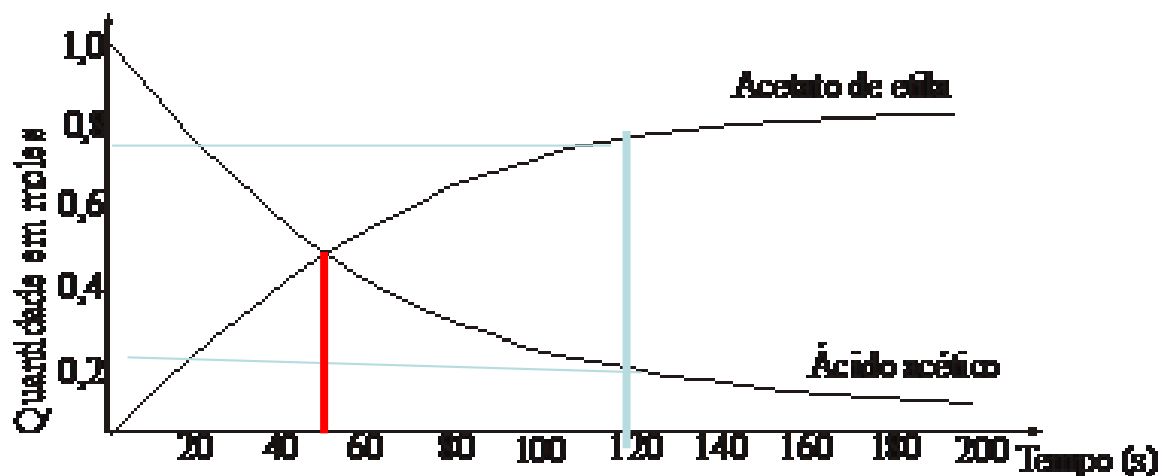
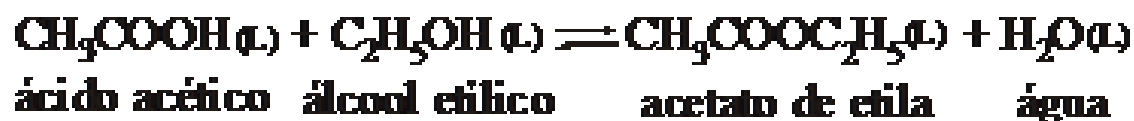
**a-** quantos mols de ácido acético restam e quantos de acetato de etila se formaram em 120 segundos de reação?

**b-** após quanto tempo de reação a quantidade de produtos passa a ser maior que a de reagentes?

**c-** quantos mols de acetato de etila são obtidos no equilíbrio?

## RESOLUÇÃO:

a)



b) 50 (x)

c) Acetato = 0,75 mol/L  
Ácido = 0,25 mol/L

**EX 6)** São misturados 2 mols de  $\text{H}_2(\text{g})$  com 3 mols de  $\text{Cl}_2(\text{g})$  num recipiente fechado de V litros de capacidade, a uma determinada temperatura. Sabendo que 80% do  $\text{H}_2(\text{g})$  reagiu na formação do  $\text{HCl}(\text{g})$  e que a equação desse equilíbrio é  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HCl}(\text{g})$

Analise os itens **CORRETOS** =

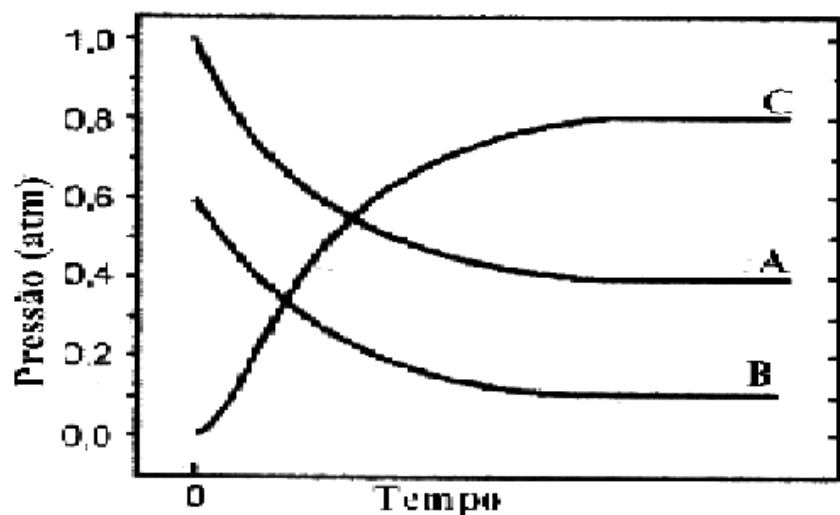
- 01. Resta no equilíbrio 0,4 mol desse gás.
- 02. Participa da reação 1,6 mol de  $\text{Cl}_2(\text{g})$  , restando 1,4 mol no equilíbrio.
- 04. No equilíbrio existem 3,2 mols de  $\text{HCl}(\text{g})$  .
- 08. A constante de equilíbrio pode ser representada por
- 016. O valor da constante de equilíbrio,  $K_c$  , considerando um volume V, é igual a 18,3.

$$K_c = \frac{[\text{HCl}]^2}{[\text{H}_2][\text{Cl}_2]}$$

**RESOLUÇÃO:** Se 80% do  $\text{H}_2$  reagiu isso equivale a  $2 \times 0,8 = 1,6$  mols então sobrou no equilíbrio  $2 - 1,6 = 0,4$  mols de  $\text{H}_2$ . Como a proporção da reação é de 1 : 1 : 2 então também reagiu 1,6 mols de  $\text{Cl}_2$  e foram produzidos 3,2 mols de  $\text{HCl}$ . Então temos no equilíbrio 0,4 mols de  $\text{H}_2$  ; 1,4 mols de  $\text{Cl}_2$  e 3,2 mols de  $\text{HCl}$ .

$$K_c = (3,2/V)^2 / [(0,4/V).(1,4/V)] = 18,28$$

**EX 7)** As espécies químicas A e B reagem segundo a reação representada pela seguinte equação química:  $2A + B \rightleftharpoons 4C$ . Numa temperatura fixa, as espécies são colocadas para reagir em um recipiente com volume constante. A figura abaixo mostra como a concentração das espécies químicas A, B e C varia com o tempo.



A partir da análise dessa figura, assinale a opção que apresenta o valor **CORRETO** da constante de equilíbrio,  $K_p$ , para esta reação.

- a)  $0,38 \cdot 10^{-2}$  b) 0,25 c) 4,0  
b) d)  $1,3 \cdot 10^2$  e)  $2,6 \cdot 10^2$

**RESOLUÇÃO :**

$$K_p = \frac{(p_c)^4}{(p_A)^2 \cdot (p_B)} \Rightarrow K_p = \frac{(0,8)^4}{(0,4)^2 \cdot (0,1)} = 0,256 \text{ atm}$$

**LETRA b**

**EX 8)** Dada a equação  $2 \text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{SO}_{3(g)}$  a expressão da constante de equilíbrio é dada por:

a)  $K_c = [\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2] \cdot [\text{SO}_3]^2$

b)  $K_c = [\text{SO}_3]^2 / [\text{O}_2] \cdot [\text{SO}_2]^2$

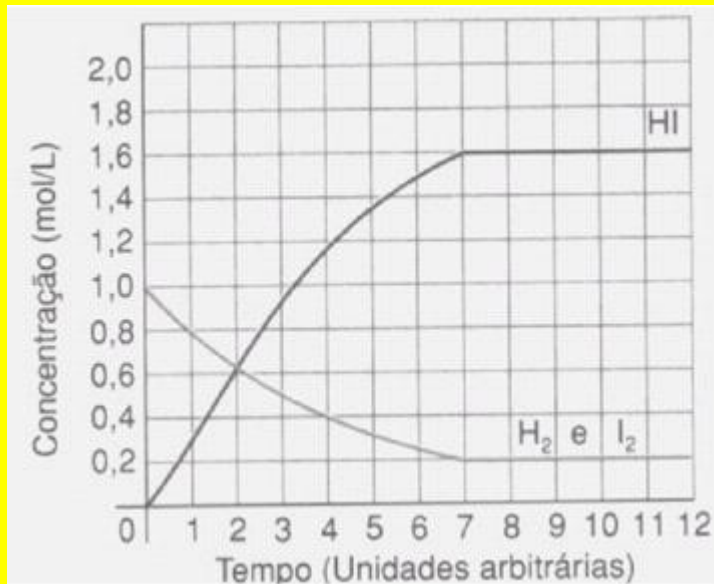
c)  $K_c = [\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2] / [\text{SO}_3]^2$

d)  $K_c = 1/[\text{SO}_3]^2$

e)  $K_c = [\text{SO}_3]^2$

**RESOLUÇÃO:**      **LETRA b**

**EX 9)** Dado o gráfico de Concentração x Tempo para a reação:



**CALCULE** o valor da constante de equilíbrio e **INDIQUE** em qual tempo foi atingido o equilíbrio químico.

**RESOLUÇÃO:**

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]} \Rightarrow K_c = \frac{[1,6]^2}{[0,2] \cdot [0,2]} = 64$$

**No tempo de 7 (unidades de tempo)**



Observe a imagem e resolva a  
incógnita:

