

Professor:

DANIEL TOSTES OLIVEIRA

EQUILÍBRIO QUÍMICO MOLECULAR - EXERCÍCIOS

FRENTE B



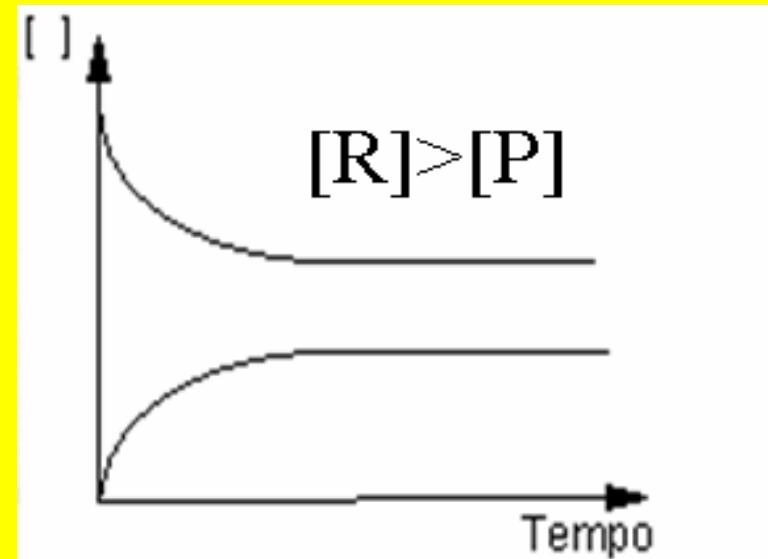
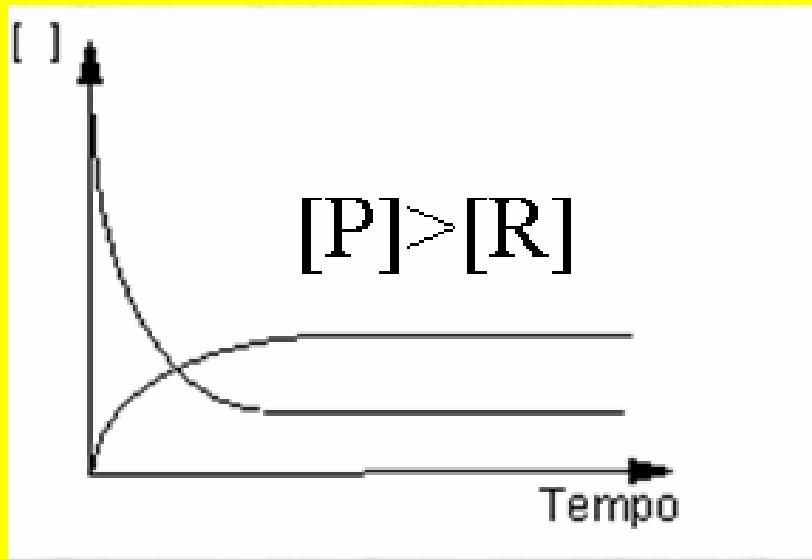
O DINOSAURO DA QUÍMICA



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 (Kc)

REAÇÃO: $a A + b B \rightleftharpoons c C + d D$

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

onde :

$[A], [B], [C], [D]$ = concentrações em 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
- $\Delta n = \sum \text{coeficientes dos produtos} - \sum \text{coeficientes dos reagentes}$
- 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 $(\text{mmHg})^{\Delta n}$

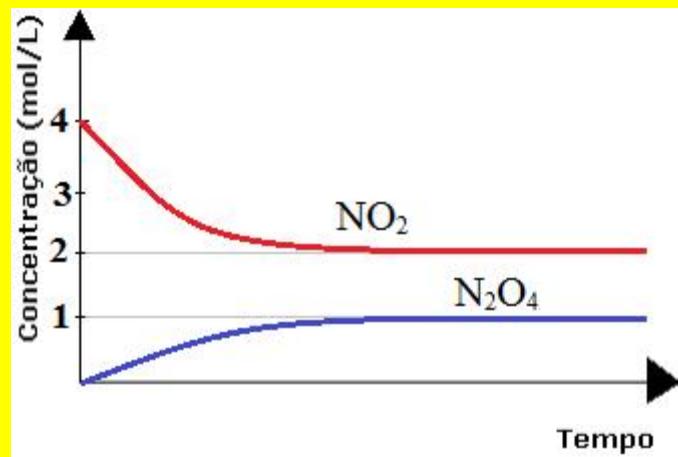
EX 1) Uma reação química atinge o equilíbrio químico quando:

- 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 NO_2 e N_2O_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 O₂ e outros oxidantes, na atmosfera, para produzir NO₂, fonte de alguns poluentes em áreas urbanas. O NO₂, que é um gás marrom, sofre dimerização e origina o gás incolor N₂O₄ em determinadas condições reacionais, de acordo com a equação:



Se no equilíbrio a concentração de NO₂, [NO₂], é 0,040 mol.L⁻¹, então qual deverá ser o valor da concentração de N₂O₄, [N₂O₄], ?

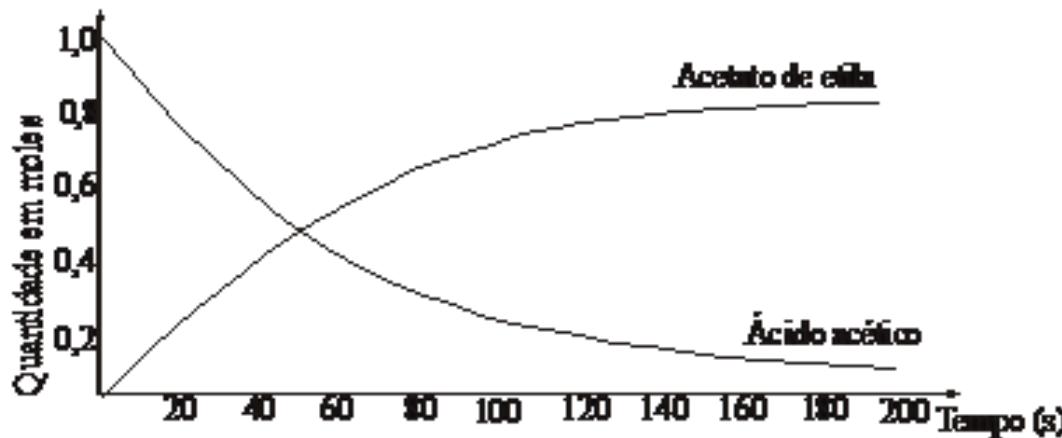
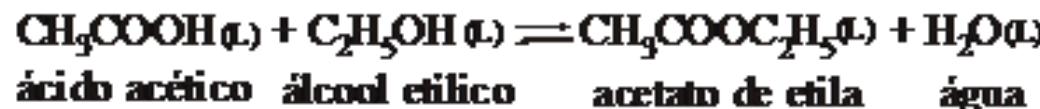
RESOLUÇÃO :

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

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:

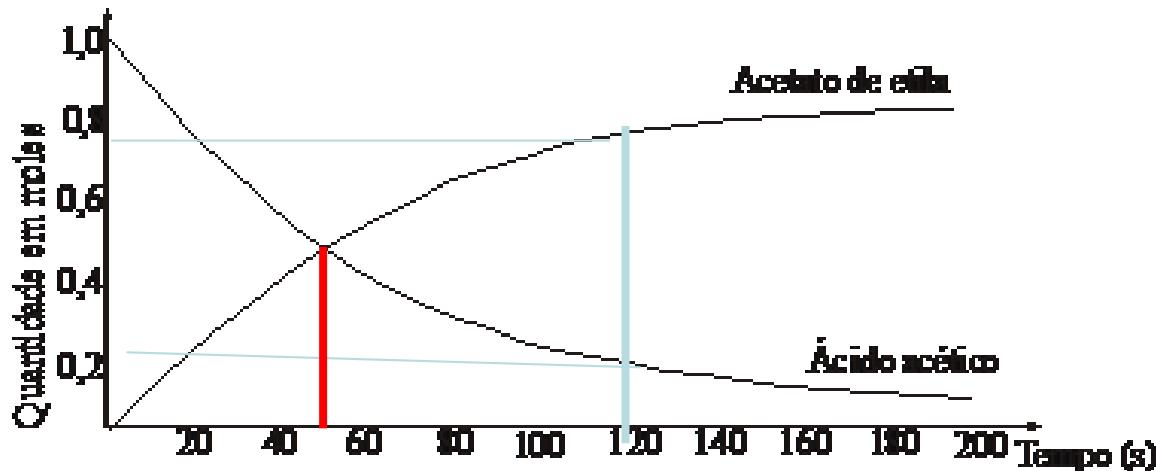
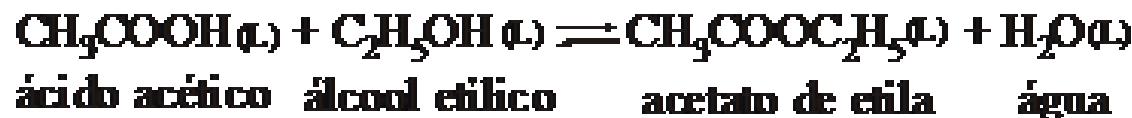


Pergunta-se:

- quantos mols de ácido acético restam e quantos de acetato de etila se formaram em 120 segundos de reação?
- após quanto tempo de reação a quantidade de produtos passa a ser maior que a de regentes?
- 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 =

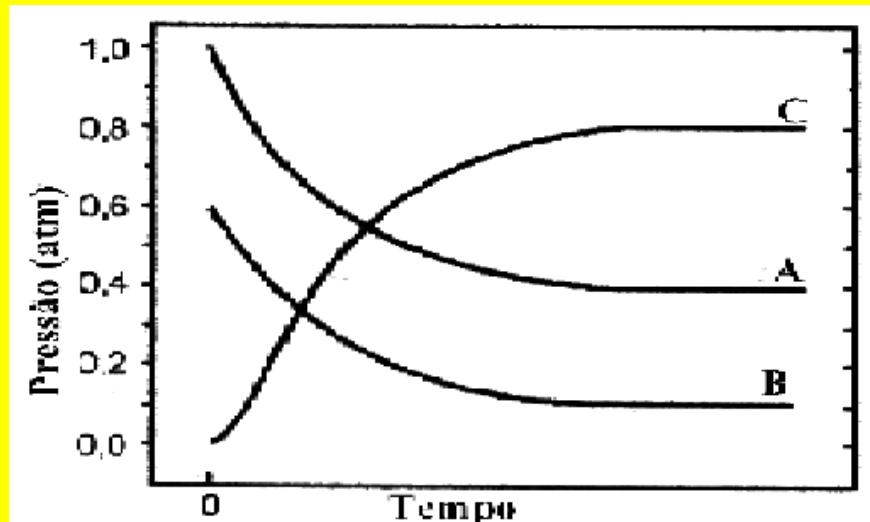
01. Resta no equilíbrio 0,4 mol desse gás.
02. Participa da reação 1,6 mol de $\text{Cl}_2(\text{g})$, restando 1,4 mol no equilíbrio.
04. No equilíbrio existem 3,2 mols de $\text{HCl}(\text{g})$.
08. A constante de equilíbrio pode ser representada por
016. O valor da constante de equilíbrio, K_c , considerando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

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

RESOLUÇÃO: Se 80% do H_2 reagiu isso equivale a $2 \times 0,8 = 1,6$ mols então sobrou no equilíbrio $2 - 1,6 = 0,4$ mols de H_2 . Como a proporção da reação é de 1 : 1 : 2 então também reagiu 1,6 mols de Cl_2 e foram produzidos 3,2 mols de HCl . Então temos no equilíbrio 0,4 mols de H_2 ; 1,4 mols de Cl_2 e 3,2 mols de 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) $4,0$
- d) $1,3 \cdot 10^2$
- e) $2,6 \cdot 10^2$

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

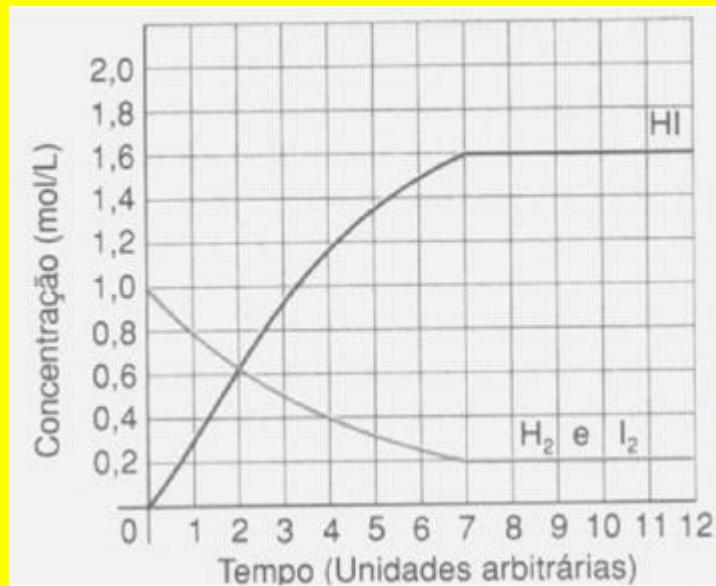
LETRA b

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:

