

Semana 21

Equilibrio Químico - Parte 3

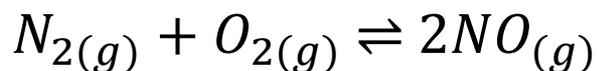


Quando as quantidades do(s) reagente(s) e do(s) produto(s) não correspondem aos valores em equilíbrio, é necessário organizar as informações de cada participante em cada etapa do processo. Isso pode ser feito com auxílio de uma tabela.

	Reagente(s)	\rightleftharpoons	Produto(s)
Quantidade no INÍCIO		\rightleftharpoons	
Quantidade que REAGE /Quantidade que se FORMA (de acordo com a proporção estequiométrica entre os participantes da reação)		\rightleftharpoons	
Quantidade no EQUILÍBRIO		\rightleftharpoons	

Para encontrar as quantidades no equilíbrio, é importante considerar que somente uma parte inicial do(s) reagente(s) se transforma em produto(s). A diferença entre essa quantidade inicial e a quantidade que efetivamente reagiu corresponde ao valor no equilíbrio.

Ex.: As plantas contêm bactérias nas raízes capazes de retirar o nitrogênio do ar e fixá-lo em compostos conhecidos como nitratos, que são absorvidos por elas quando solubilizados em água. Outra forma de se obter nitrato é pela chuva: os raios das tempestades fazem com que os gases nitrogênio e oxigênio reajam, produzindo o óxido de nitrogênio, que, em contato com a água, forma o nitrato. Observe a equação balanceada.



Calcule a quantidade de todos os participantes no equilíbrio sabendo que, a dada temperatura, a constante de equilíbrio é $1 \cdot 10^{-6}$ e inicialmente havia 1 mol de N_2 e 1 mol de O_2 em um balão volumétrico de 1 L.

Resolução: Sendo 1 L a capacidade do balão volumétrico, pode-se afirmar que, no início, há 1 mol/L de cada reagente.

	$\text{N}_{2(g)}$	$\text{O}_{2(g)}$	\rightleftharpoons	$2 \text{NO}_{(g)}$
Início	1 mol/L	1 mol/L	\rightleftharpoons	0
Reage/forma			\rightleftharpoons	
Equilíbrio			\rightleftharpoons	

Como no enunciado não há informações para determinar as concentrações no equilíbrio, utiliza-se pelo menos uma incógnita para estabelecer a relação entre os reagentes e o produto.

É importante destacar que a proporção estequiométrica entre os participantes da equação é de 1 : 1 : 2.

	$\text{N}_{2(g)}$	$\text{O}_{2(g)}$	\rightleftharpoons	$2 \text{NO}_{(g)}$
Início	1 mol/L	1 mol/L	\rightleftharpoons	0
Reage/forma	x	x	\rightleftharpoons	2 x
Equilíbrio			\rightleftharpoons	

Com essas informações, obtêm-se as concentrações no equilíbrio dos reagentes e do produto. Para os reagentes, esse valor corresponde à diferença entre as concentrações iniciais e as quantidades que reagem. Para o produto, é a própria quantidade formada.

	$N_{2(g)}$	$O_{2(g)}$	\rightleftharpoons	$2 NO_{(g)}$
Início	1 mol/L	1 mol/L	\rightleftharpoons	0
Reage/forma	x	x	\rightleftharpoons	2 x
Equilíbrio	1 - x	1 - x	\rightleftharpoons	2 x

O valor de K_c fornecido permite determinar a incógnita utilizada e calcular as concentrações no equilíbrio.

$$K_c = \frac{[NO]^2}{[N_2] \cdot [O_2]} \quad K_c = \frac{(2x)^2}{(1-x) \cdot (1-x)} \quad \sqrt{10^{-6}} = \sqrt{\frac{(2x)^2}{(1-x)^2}} \quad 10^{-3} = \frac{(2x)}{(1-x)}$$

$$2x = 10^{-3} - 10^{-3}x$$

$$2x = 10^{-3}$$

$$x \cong 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

Portanto:

$$[N_2] = 1 - x = 5 \cdot 10^{-4} \cong 1 \text{ mol/L}$$

$$[O_2] = 1 - x = 5 \cdot 10^{-4} \cong 1 \text{ mol/L}$$

$$[N] = 2x = 2 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cong 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Por ser um valor muito pequeno é desconsiderado da equação.

Grau de equilíbrio (α)

Na reação química, as substâncias reagem entre si em proporção estequiométrica, definida pelos coeficientes da equação balanceada. Porém, em uma reação reversível, deve-se considerar que apenas certa quantidade efetivamente reage até atingir o equilíbrio químico. Esse valor é indicado pelo grau de equilíbrio (α), calculado pela relação:

$$\alpha = \frac{\text{quantidade de matéria que reagiu}}{\text{quantidade de matéria inicial}}$$

Ex.: O pentacloreto de fósforo (PCl_5) é um reagente bastante utilizado em laboratórios de Química Orgânica e pode ser preparado por meio de um processo reversível de cloração do gás tricloreto de fósforo (PCl_3) em fase gasosa, de acordo com a equação: $\text{PCl}_3(g) + \text{Cl}_2(g) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(g)$. Em um recipiente fechado de 1 L foram adicionados 2 mol de PCl_3 e 2 mol de Cl_2 . Determine a constante de equilíbrio dessa reação sabendo que o grau de equilíbrio é de 75%.

Resolução: Com o grau de equilíbrio, calcula-se a quantidade de matéria que efetivamente reagiu.

$$\alpha = \frac{\text{quantidade de matéria que reagiu}}{\text{quantidade de matéria inicial}} \quad 0,75 = \frac{x}{2} \quad x = 1,5 \text{ mol} \therefore 1,5 \text{ mol/L}$$

ou

$$\begin{array}{rcl} 2 \text{ mol de reagente} & - & 100\% \\ x & - & 75\% \end{array}$$

$$x = 1,5 \text{ mol de reagente} \therefore 1,5 \text{ mol/L (que reage)}$$

Com a quantidade que reage, encontram-se as concentrações no equilíbrio e calcula-se a constante K_c .

	$\text{PCl}_{3(g)}$	$\text{Cl}_{2(g)}$	\rightleftharpoons	$\text{PCl}_{5(g)}$
Início	2 mol/L	2 mol/L	\rightleftharpoons	0
Reage/forma	1,5 mol/L	1,5 mol/L	\rightleftharpoons	1,5 mol/L
Equilíbrio	0,5 mol/L	0,5 mol/L	\rightleftharpoons	1,5 mol/L

$$K_c = \frac{[\text{PCl}_5]}{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]}$$

$$K_c = \frac{1,5}{0,5 \cdot 0,5}$$

$$K_c = 6$$

Lista - Semana 20 e 21

7. (UEG - GO) Diz-se que uma reação reversível atinge um equilíbrio químico quando as velocidades das reações direta e inversa se igualam. É importante notar que toda reação reversível sempre chega a um equilíbrio, embora isso possa demorar um tempo maior ou menor. De acordo com a teoria de equilíbrio químico, foi elaborado o seguinte problema:

Em um recipiente de 1 litro são introduzidos 5,0 mol de N_2O_4 , que se transformam em NO_2 . Uma vez atingido o equilíbrio, $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2 NO_{2(g)}$, resta no sistema 1,3 mol de reagente.

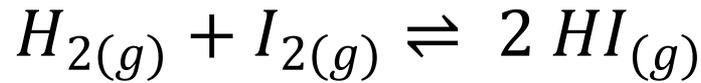
Faça o que se pede:

a) Dê a expressão da constante de equilíbrio da equação acima.

b) Calcule a constante de equilíbrio (K_c) desse experimento.

Lista - Semana 20 e 21

6. (UEM - PR) Em um recipiente de 500 mL, encontram-se, em condições de equilíbrio, 10 mol/L de $H_{2(g)}$ e 0,01 mol/L de $I_{2(g)}$. Qual é a concentração do $HI_{(g)}$, sabendo-se que, nas condições do experimento, a constante de equilíbrio (K_c) é 10^{-3} ?



- a) 50 mol/L
- b) 100 mol/L
- c) 0,1 mol/L
- d) 5 mol/L
- e) 0,01 mol/L

Lista - Semana 20 e 21

10. (UFAC) Considere uma reação em equilíbrio como mostrada a seguir:



Se 4 mols de moléculas de O_2 são injetados em um equipamento com capacidade volumétrica de 4 litros contendo 5 mols de moléculas de hidrogênio em condições experimentais que permitam que apenas 60% das moléculas de O_2 reajam, pergunta-se: qual o valor aproximado da constante de equilíbrio (K_c) para a formação de água?

- a) 700
- b) 4 000
- c) 660
- d) 2 000
- e) 1 440