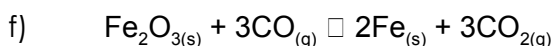
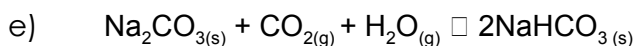
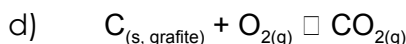
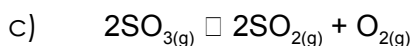
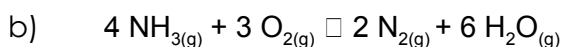
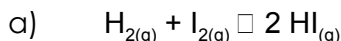


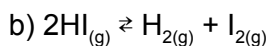
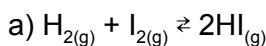
EQUILÍBRIO QUÍMICO

Questão 1: Para cada reação em equilíbrio representada pelas equações dadas abaixo, escreva a expressão da constante de equilíbrio em função das concentrações molares (K_c).



Resposta: a) $K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$; b) $K_c = \frac{[N_2]^2[H_2O]^6}{[NH_3]^4[O_2]^3}$; c) $K_c = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2}$; d) $K_c = \frac{1}{[CO_2][H_2O]}$; e) $K_c = \frac{[CO_2]^3}{[CO]^3}$

Questão 2: Escreva a constante de equilíbrio para cada uma das seguintes reações. Qual o relacionamento que existe entre as constantes?



Resposta: a) $K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$ b) $K_c = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2}$

Questão 3: A reação em fase gasosa: $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ apresenta as seguintes concentrações de reagentes e produtos no equilíbrio, à 250°C: $[PCl_5]=4,2 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$; $[PCl_3]=1,3 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$; e $[Cl_2]=3,9 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$. Determine o valor da constante de equilíbrio desta reação a 250 °C.

Resposta: $K_c = 1,21$

Questão 4: Considere o equilíbrio representado pela equação: $2 HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$. Suponha que comecemos com HI puro a uma concentração de 0,100 mol L⁻¹ a 520°C. Após atingir o equilíbrio, a concentração de equilíbrio do H₂ é 0,010 mol L⁻¹. Calcule as concentrações de I₂ e HI no equilíbrio e o valor de K_c para a reação.

Resposta: $[H_2] = [I_2] = 0,010 \text{ mol L}^{-1}$; $[HI] = 0,08 \text{ mol L}^{-1}$; $K_c = 1,56 \times 10^{-2}$

Questão 5: Calcule o K_c da reação $2 H_{2(g)} + S_{2(g)} \rightleftharpoons 2 H_2S_{(g)}$ a 750 °C, sabendo que num recipiente de 90 L de capacidade estão em equilíbrio 13,7 g de hidrogênio, $9,2 \times 10^{-3} \text{ g}$ de enxofre e 285,6 g de sulfidreto.

Resposta: $K_c = 9,3 \times 10^5$

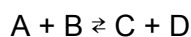
Questão 6: Para o sistema representado pela equação: $\text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$, K_c vale 0,64 a 900 K. Suponha que comecemos com CO_2 e H_2 , ambos a uma concentração de $0,100 \text{ mol L}^{-1}$. Quando o sistema alcança o equilíbrio, quais são as concentrações dos produtos e reagentes?

Resposta: $[\text{H}_2] = [\text{CO}_2] = 0,055 \text{ mol L}^{-1}$; $[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = 0,044 \text{ mol L}^{-1}$

Questão 7: Para o sistema representado pela equação: $\text{H}_{2(g)} + \text{Br}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{HBr}_{(g)}$, K_c vale 0,049, a temperatura de 575°C . Suponha que comecemos a reação com 1 mol de H_2 e 2 mol de Br_2 , em um recipiente de 10 L de capacidade. Quando o sistema alcançar o equilíbrio, quais serão as concentrações dos produtos e dos reagentes?

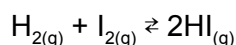
Resposta: $[\text{H}_2] = 0,086 \text{ mol L}^{-1}$; $[\text{Br}_2] = 0,186 \text{ mol L}^{-1}$; $[\text{HBr}] = 0,028 \text{ mol L}^{-1}$

Questão 8: Considerando que a constante de equilíbrio para a reação abaixo é 10, calcule ΔG e ΔG° para a reação de equilíbrio a 27°C



Resposta: $\Delta G^\circ = - 5743,11 \text{ KJ mol}^{-1}$ $\Delta G = 0$

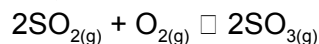
Questão 9: A 490°C , o valor da constante de equilíbrio, K_p , é 45,9 para a reação:



Calcule o valor de ΔG° para a reação na temperatura proposta.

Resposta: $\Delta G^\circ = - 24,27 \text{ KJ mol}^{-1}$

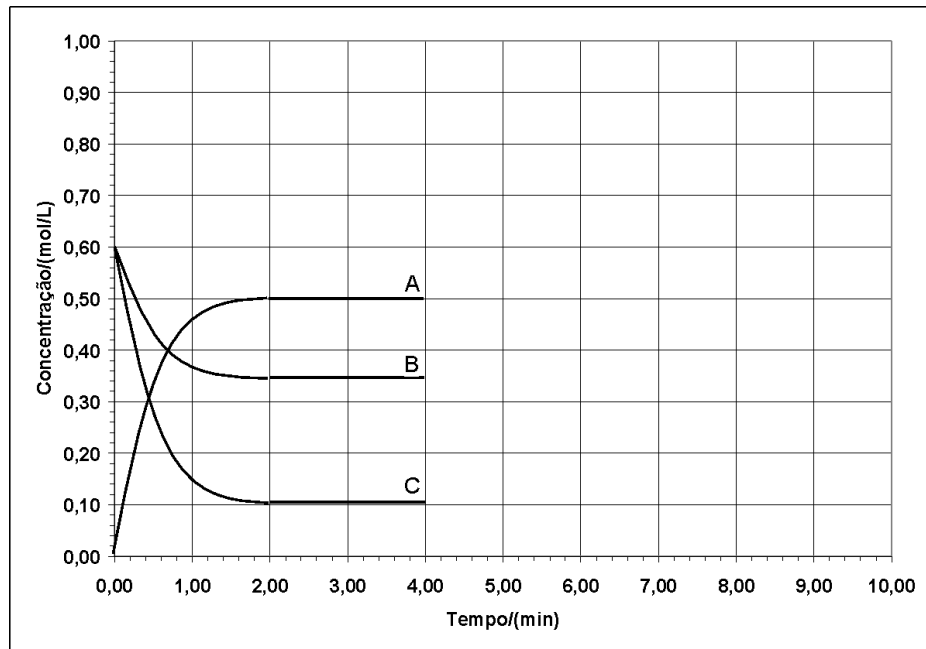
Questão 10: Numa das etapas da obtenção industrial do ácido sulfúrico ocorre a transformação do dióxido de enxofre em trióxido de enxofre, de acordo com a equação:



Medindo-se as concentrações dos componentes da reação à temperatura da reação constante em função do tempo, obtém-se o gráfico ao lado.

Pede-se:

- Identifique as substâncias A, B e C. Comente sua resposta.
- Em quanto tempo de reação o estado de equilíbrio é alcançado? Justifique
- Escreva a expressão da constante de equilíbrio em função das concentrações molares (K_c).
- A partir do gráfico, estime o valor de K_c .



Resposta: a) $A = \text{SO}_3$; $B = \text{O}_2$ e $C = \text{SO}_2$; b) $t = 2,00 \text{ min}$; c) $K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]}$; d) $K_c = 71,43$

GABARITO

Questão 1:

a) $K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$

b) $K_c = \frac{[N_2]^2[H_2O]^6}{[NH_3]^4[O_2]^3}$;

c) $K_c = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2}$;

d) $K_c = \frac{1}{[CO_2][H_2O]}$;

e) $K_c = \frac{[CO_2]^3}{[CO]^3}$

Questão 2:

a) $K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$

b) $K_c = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2}$

Questão 3:

$$K_c = \frac{[PCl_3][Cl_2]}{[PCl_5]}$$

$$K_c = \frac{1,3 \times 10^{-3} \cdot 3,9 \times 10^{-3}}{4,2 \times 10^{-5}}$$

$$K_c = 1,21$$

Questão 4:

	$2 \text{ HI}_{(g)}$	\rightleftharpoons	$\text{H}_{2(g)}$	+	$\text{I}_{2(g)}$
Concentração inicial (mol L ⁻¹)	0,100		0		0
Concentração obtida (mol L ⁻¹)	0,02		0,01		0,01
Concentração no equilíbrio (mol L ⁻¹)	0,08		0,01		0,01

$$K_c = \frac{[\text{H}_2][\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2}$$

$$K_c = \frac{[0,01] \cdot [0,01]}{[0,08]^2}$$

$$K_c = 1,56 \times 10^{-2}$$

Questão 5:

	$2 \text{ H}_{2(g)}$	+	$\text{S}_{2(g)}$	\rightleftharpoons	$2 \text{ H}_2\text{S}_{(g)}$
Massa (g)	13,7		$9,2 \times 10^{-3}$		285,6
Número de mol	6,85		$1,4375 \times 10^{-4}$		8,4
Molaridade (mol L ⁻¹)	0,076		$1,6 \times 10^{-6}$		0,093

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

$$K_c = \frac{[0,093]^2}{[0,076]^2 [1,6 \times 10^{-6}]}$$

$$K_c = 9,3 \times 10^5$$

Questão 6:

	$\text{CO}_{2(g)}$	+	$\text{H}_{2(g)}$	\rightleftharpoons	$\text{CO}_{(g)}$	+	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
Concentração inicial (mol L^{-1})	0,1		0,1		0		0
Concentração durante a reação (mol L^{-1})	X		X		X		X
Concentração no equilíbrio (mol L^{-1})	0,1 - X		0,1 - X		X		X

$$K_c = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}$$

$$0,64 = \frac{[X][X]}{[0,1 - X][0,1 - X]}$$

$$0,64 = \frac{X^2}{0,01 - 0,20X + X^2}$$

- Aplicando a fórmula de Báskara:
- $X' = 0,044$ e $x'' = -0,40$
- Como o X'' é um valor negativo, adotamos o valor para X o X' .
- Os valores das concentrações são de:
- $[\text{CO}_2] = 0,1 - 0,044 = 0,056 \text{ mol L}^{-1}$
- $[\text{H}_2] = 0,1 - 0,044 = 0,056 \text{ mol L}^{-1}$
- $[\text{H}_2\text{O}] = 0,044 \text{ mol L}^{-1}$

Questão 7:

	$\text{H}_{2(g)}$	+	$\text{Br}_{2(g)}$	\rightleftharpoons	$2 \text{HBr}_{(g)}$
Quantidade mol inicial (mol)	1		2		0
Concentração inicial (mol L^{-1})	0,1		0,2		0
Concentração durante a reação (mol L^{-1})	X		X		2X
Concentração no equilíbrio (mol L^{-1})	0,1 - X		0,2 - X		2X

$$K_c = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]}$$

$$0,049 = \frac{[2X]^2}{[0,1-X][0,2-X]}$$

$$0,049 = \frac{4X^2}{0,02-0,3X+X^2}$$

$$3,951 X^2 + 0,0147 X - 9,8 \times 10^{-4}$$

- Aplicando a fórmula de Báskara:
- $X' = 0,014$ e $x'' = -0,1772$
- Como o X'' é um valor negativo, adotamos o valor para X o X' .
- Os valores das concentrações são de:
- $[H_2] = 0,1 - 0,014 = 0,086 \text{ mol L}^{-1}$
- $[Br_2] = 0,2 - 0,014 = 0,186 \text{ mol L}^{-1}$
- $[HBr] = 0,028 \text{ mol L}^{-1}$

Questão 8:

$$K_c = 10$$

$$T = 27^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$\Delta G^0 = -RT \ln K$$

$$\Delta G^0 = -8,314 \times 10^{-3} \times 300 \ln 10$$

$$\Delta G^0 = -5743,11 \text{ KJ mol}^{-1}$$

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln K$$

$$\Delta G = -5743,11 + 8,314 \times 10^{-3} \times 300 \ln 10$$

$$\Delta G = -5743,11 + 5743,11$$

$\Delta G = 0$ Como a reação está em equilíbrio o ΔG é igual a zero, justificando o valor encontrado.

Questão 9:

$$T = 490^\circ\text{C} + 273 = 763 \text{ K}$$

$$K_p = 45,9$$

$$\Delta G^0 = -RT \ln K$$

$$\Delta G^0 = -8,314 \times 10^{-3} \times 763 \ln 45,9$$

$$\Delta G^0 = -24,27 \text{ KJ mol}^{-1}$$

Questão 10:

- a) A= SO₃. Porque a concentração teve aumento até atingir o equilíbrio, típico de um produto. B= O₂, esse é típico de um reagente, ou seja, está sendo consumido. C=SO₂, que também está sendo consumido em uma proporção maior que o O₂, pois na reação são necessários 2 mols de SO₂ para cada 1 mol de O₂.

- b) Em 2,00 minutos o equilíbrio é atingido. De 2,00 minutos em diante as concentrações não alteram mais.

c)
$$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 [O_2]}$$

d)
$$K_c = \frac{[0,5]^2}{[0,1]^2 [0,35]}$$

$$K_c = 71,43$$