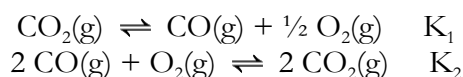


## Lista de Exercícios – Equilíbrio Químico (Constantes de Equilíbrio Kc e Kp)

### 01 - (UFJF MG)

Considere os seguintes equilíbrios que envolvem  $\text{CO}_2(\text{g})$  e suas constantes de equilíbrio correspondentes:

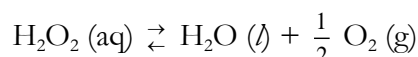


Marque a alternativa que correlaciona as duas constantes de equilíbrio das duas reações anteriores.

- a)  $K_2 = 1/(K_1)^2$
- b)  $K_2 = (K_1)^2$
- c)  $K_2 = K_1$
- d)  $K_2 = 1/K_1$
- e)  $K_2 = (K_1)^{1/2}$

### 02 - (UEA AM)

Considere o equilíbrio químico que ocorre em um frasco fechado contendo água oxigenada à temperatura constante:

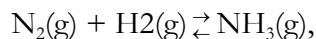


A constante  $K_c$  desse equilíbrio é calculada pela expressão:

- a)  $[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] / [\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})]$
- b)  $[\text{O}_2(\text{g})]^{1/2} / [\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})]$
- c)  $[\text{O}_2(\text{g})]^{1/2} \times [\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})]$
- d)  $[\text{O}_2(\text{g})]^{1/2} - [\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})]$
- e)  $[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] + [\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})]$

### 03 - (UNCISAL)

Considerando a reação não balanceada de formação da amônia

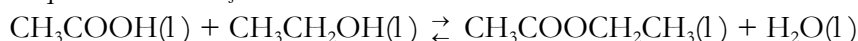


assinale a alternativa correta com respeito ao processo Haber-Bosch, a reação de formação da amônia e o equilíbrio químico estabelecido entre reagentes e produtos.

- a) Se aumentarmos a pressão interna do sistema, a produção da amônia decrescerá.
- b) A relação entre  $K_p$  e  $K_c$  é  $(RT)^{-2}$ , onde  $K_p$  e  $K_c$  são constantes relativas à pressão e à concentração.
- c) A formação da amônia a partir dos seus gases (hidrogênio e nitrogênio) não é viável economicamente.
- d) Após a formação da amônia no sistema, a concentração de nitrogênio e/ou do hidrogênio cai para zero.
- e) O somatório dos coeficientes dos reagentes e do(s) produto(s) na reação balanceada é superior a 6.

**04 - (PUC MG)**

Considere o equilíbrio da reação de síntese do acetato de etila:

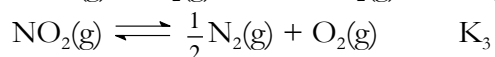
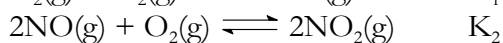
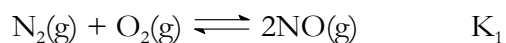


É CORRETO afirmar que a constante do equilíbrio é:

- a)  $\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] + [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]}{[\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3] + [\text{H}_2\text{O}]}$   
 b)  $\frac{[\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3] + [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}] + [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]}$   
 c)  $\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \times [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]}{[\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3] \times [\text{H}_2\text{O}]}$   
 d)  $\frac{[\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3] \times [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}] \times [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]}$

**05 - (ITA SP)**

Considere as seguintes reações químicas e respectivas constantes de equilíbrio:

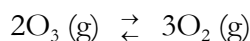


Então,  $K_3$  é igual a

- a)  $\frac{1}{(K_1 K_2)}$   
 b)  $\frac{1}{(2K_1 K_2)}$   
 c)  $\frac{1}{(4K_1 K_2)}$   
 d)  $\left(\frac{1}{K_1 K_2}\right)^{1/2}$   
 e)  $\left(\frac{1}{K_1 K_2}\right)^2$

**06 - (PUC MG)**

Considere o equilíbrio correspondendo ao processo de interconvertibilidade entre ozônio e oxigênio, o qual acontece na estratosfera e é responsável principal da absorção da radiação ultravioleta solar.



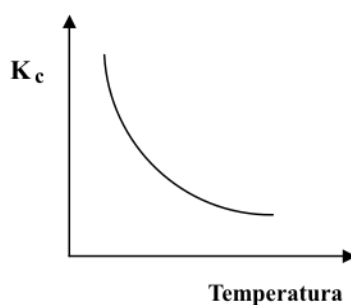
A forma **CORRETA** de expressar a constante  $K$ , desse equilíbrio, é:

- a)  $K = \frac{[\text{O}]^2}{[\text{O}]^3}$   
 b)  $K = \frac{[\text{O}_2]^3}{[\text{O}_3]^2}$

- c)  $K = \frac{2[O_2]^3}{3[O_3]^2}$
- d)  $K = \frac{2[O_2]^2}{3[O_3]^3}$

**07 - (Unimontes MG)**

O gráfico abaixo mostra como a constante de equilíbrio ( $K_c$ ) varia com a temperatura para uma determinada reação química.



Analisando-se o aspecto da curva, pode-se inferir que

- a) o aumento de temperatura favorece a formação de produto(s).
- b) a concentração de reagentes é constante ao longo da curva.
- c) a reação química ocorre com liberação de calor (exotérmica).
- d) o aquecimento do sistema aumenta o valor da constante,  $K_c$ .

**08 - (UESPI)**

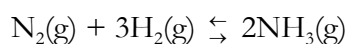
A chuva ácida pode destruir estátuas, prédios ou monumentos da cidade. O principal constituinte dos mármore, utilizados na construção de prédios e monumentos, é o calcário (carbonato de cálcio -  $CaCO_3$ ) que reage com os ácidos presentes na chuva ácida.

Considerando a reação  $CaCO_3(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow CaSO_4(aq) + H_2CO_3(aq)$  em um sistema fechado e o princípio de Le Chatelier. Se for adicionado mais carbonato de cálcio à reação, a constante de equilíbrio

- a) não será afetada.
- b) aumentará, e a reação deslocará para esquerda.
- c) aumentará, e a reação deslocará para direita.
- d) diminuirá, e a reação deslocará para esquerda.
- e) diminuirá, e a reação deslocará para direita.

**09 - (PUC RJ)**

A equação abaixo descreve a reação de formação de amônia a partir de matéria prima abundante na natureza (gases nitrogênio e hidrogênio). Essa reação é exotérmica e catalisada por ferro.



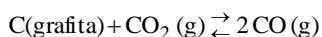
Assinale a afirmativa correta.

- a) A presença do catalisador faz com que a reação se torne endotérmica.

- b) A equação da constante de equilíbrio da reação é  $K = \frac{[N_2][H_2]}{[NH_3]}$ .
- c) O rendimento da reação pode ser melhorado pela retirada de amônia na medida em que esse produto é formado.
- d) Na pressão constante, o volume ocupado pela mistura reacional tende a aumentar na medida em que o produto se forma.
- e) Trata-se de uma reação de síntese sem que haja variação dos números de oxidação dos elementos N e H.

### 10 - (UNESP SP)

A produção de grafita artificial vem crescendo significativamente, uma vez que grafita natural de boa qualidade para uso industrial é escassa. Em atmosferas ricas em dióxido de carbono, a 1 000 °C, a grafita reage segundo a reação:



A 1 000 °C, no estado de equilíbrio, as pressões parciais de CO e CO<sub>2</sub> são 1,50 atm e 1,25 atm, respectivamente. Calcule o valor da constante de equilíbrio ( $K_p$ ) para a reação nessa temperatura.

### 11 - (UFMA)

Uma reação levemente exotérmica, mas importante do ponto de vista industrial, é a combinação do vapor d'água com o monóxido de carbono. Esta reação conduz a formação dos gases hidrogênio e dióxido de carbono. Considerando a temperatura de 800 °C, a constante de equilíbrio ( $K_c$ ) para essa reação será igual a unidade. Para um sistema a esta temperatura e que contem as concentrações iniciais dos gases de vapor d'água e monóxido de carbono de 3,0 e 2,0 mol L<sup>-1</sup>, respectivamente, é correto afirmar:

- a) que no equilíbrio  $[H_2] = [CO_2] = 1,2 \text{ mol L}^{-1}$ .
- b) o aumento na pressão fará com que o equilíbrio se desloque no sentido de formação do gás hidrogênio.
- c)  $K_c = K_p (RT)^2$ .
- d) a diminuição da temperatura não afetara a reação.
- e) a temperatura de 800 °C, o processo é espontâneo, portanto,  $\Delta G > 0$ .

### 12 - (UFPE)

As reações químicas nem sempre atingem o equilíbrio. A velocidade com que elas ocorrem varia muito de sistema para sistema, sofrendo influência de catalisadores e da temperatura. De um modo geral:

- 00. um catalisador permite que uma reação ocorra por um caminho de menor energia de ativação.
- 01. no início, a velocidade de uma reação é mais elevada porque as concentrações dos reagentes são maiores.
- 02. o aumento da concentração de um reagente aumenta a velocidade de uma reação porque aumenta a constante de velocidade da reação direta.
- 03. a constante de equilíbrio de uma reação elementar é igual à constante de velocidade da reação direta dividida pela constante de velocidade da reação inversa.
- 04. se uma reação apresenta grande energia de ativação, deverá também apresentar constante de velocidade de valor elevado.

### 13 - (UFC CE)

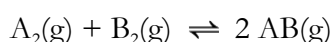
Considerando um reservatório mantido à temperatura constante, tem-se estabelecido o equilíbrio químico  $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$ . Sendo que as pressões parciais no equilíbrio são

$p_{\text{PCl}_5} = 0,15 \text{ atm}$ ,  $p_{\text{PCl}_3} = 0,30 \text{ atm}$  e  $p_{\text{Cl}_2} = 0,10 \text{ atm}$ . Assinale a alternativa correta para o valor de  $K_p$  (em atm) da reação.

- a) 0,05
- b) 0,10
- c) 0,15
- d) 0,20
- e) 0,25

#### 14 - (Mackenzie SP)

Em um balão de capacidade igual a 10 L, foram adicionados 1 mol da espécie  $\text{A}_2(\text{g})$  e 2 mols da espécie  $\text{B}_2(\text{g})$ . Tais reagentes sofreram transformação de acordo com a equação a seguir:

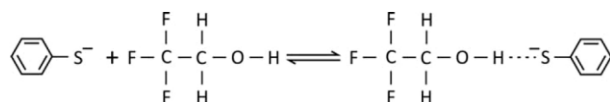


Considerando-se que, no estado de equilíbrio químico, a concentração da espécie  $\text{AB}(\text{g})$  seja de  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , a constante de equilíbrio ( $K_c$ ), para esse processo, é aproximadamente igual a

- a) 0,25
- b) 1,33
- c) 5,00
- d) 6,66
- e) 7,50

#### 15 - (FUVEST SP)

Uma das formas de se medir temperaturas em fase gasosa é por meio de reações com constantes de equilíbrio muito bem conhecidas, chamadas de reações-termômetro. Uma dessas reações, que ocorre entre o ânion tiofenolato e o 2,2,2-trifluoroetanol, está representada pela equação química



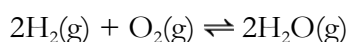
Para essa reação, foram determinados os valores da constante de equilíbrio em duas temperaturas distintas.

Temperatura (K)	Constante de equilíbrio
300	$5,6 \times 10^9$
500	$7,4 \times 10^3$

- a) Essa reação é exotérmica ou endotérmica? Explique, utilizando os dados de constante de equilíbrio apresentados.
- b) Explique por que, no produto dessa reação, há uma forte interação entre o átomo de hidrogênio do álcool e o átomo de enxofre do ânion.

#### 16 - (UEM PR)

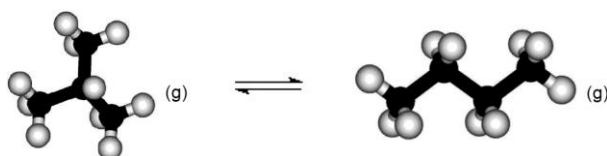
Considere a reação abaixo, em equilíbrio, que ocorre em um reator de volume igual a 2 litros. Se 2 mols de  $O_2(g)$  são injetados no reator contendo 7 mols de  $H_2(g)$ , e sabendo-se que o grau de equilíbrio em relação ao  $O_2(g)$  é 50%, assinale o que for **correto**.



01. O valor da constante de equilíbrio é igual a 0,16.
02. A concentração de água no equilíbrio é igual a 2 mol/L.
04. O número de mols de  $H_2(g)$  que reagiu é igual a 2.
08. A concentração do oxigênio no equilíbrio é igual a 0,5 mol/L.
16. A introdução de gás hélio no sistema, mantendo o volume do reator constante, deslocará o equilíbrio para o lado direito da reação descrita acima, no comando da questão.

### 17 - (UCS RS)

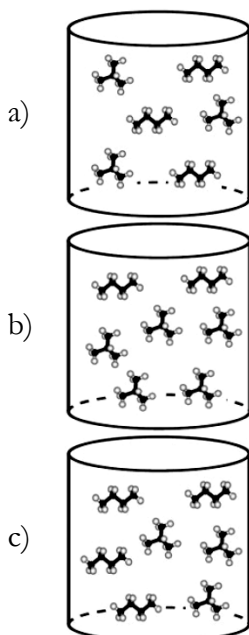
Considere a reação de interconversão do 2-metilpropano em butano representada abaixo.

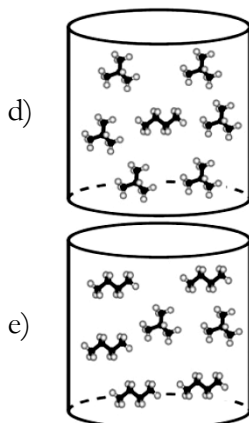


Disponível em: <<https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2373>>.  
 Disponível em: <<https://wchaverri.wordpress.com/formas/cilindro/>>.  
 Acesso em: 17 mar. 17. (Parcial e adaptado.)

Suponha que, a uma dada temperatura e pressão, o equilíbrio acima seja atingido e que, nessas condições, o valor da constante de equilíbrio em função das concentrações seja igual a 0,4.

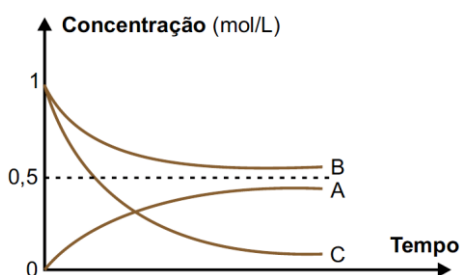
Com base nessas informações, assinale a alternativa cuja figura representa corretamente as concentrações dos reagentes e dos produtos na condição de equilíbrio descrita acima. Para fins de simplificação, considere que essa reação esteja ocorrendo em um recipiente fechado de 1,0 L.





### 18 - (PUC SP)

Durante uma transformação química as concentrações das substâncias participantes foram determinadas ao longo do tempo. O gráfico a seguir resume os dados obtidos ao longo do experimento.



A respeito do experimento, foram feitas algumas afirmações:

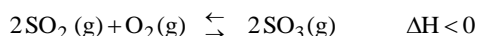
- I. A e B são reagentes e C é o produto da reação estudada.
- II. A reação química estudada é corretamente representada pela equação:  $B + 2 C \rightarrow A$
- III. Não houve consumo completo dos reagentes, sendo atingido o equilíbrio químico.
- IV. A constante de equilíbrio dessa reação, no sentido da formação de A, nas condições do experimento é menor do que 1.

Estão corretas apenas as afirmações:

- a) I e IV.
- b) II e III.
- c) II e IV.
- d) III e IV.

### 19 - (FUVEST SP)

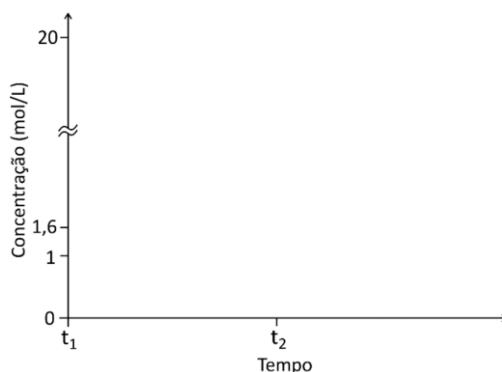
A oxidação de  $\text{SO}_2$  a  $\text{SO}_3$  é uma das etapas da produção de ácido sulfúrico.



Em uma indústria, diversas condições para essa oxidação foram testadas. A tabela a seguir reúne dados de diferentes testes:

Número do teste	Reagentes	Pressão (atm)	Temperatura (°C)
1	SO <sub>2</sub> (g) + excesso de O <sub>2</sub> (g)	500	400
2	excesso de SO <sub>2</sub> (g) + O <sub>2</sub> (g)	500	1000
3	excesso de SO <sub>2</sub> (g) + ar	1	1000
4	SO <sub>2</sub> (g) + excesso de ar	1	400

- a) Em qual dos quatro testes houve maior rendimento na produção de SO<sub>3</sub>? Explique.
- b) Em um dado instante t<sub>1</sub>, foram medidas as concentrações de SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e SO<sub>3</sub> em um reator fechado, a 1000 °C, obtendo-se os valores: [SO<sub>2</sub>] = 1,0 mol/L; [O<sub>2</sub>] = 1,6 mol/L; [SO<sub>3</sub>] = 20 mol/L. Considerando esses valores, como é possível saber se o sistema está ou não em equilíbrio? No gráfico abaixo, represente o comportamento das concentrações dessas substâncias no intervalo de tempo entre t<sub>1</sub> e t<sub>2</sub>, considerando que, em t<sub>2</sub>, o sistema está em equilíbrio químico.

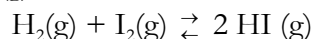


**Note e adote:**

Para a reação dada,  $K_c = 250$  a 1000 °C

**20 - (FCM PB)**

Num frasco de reação de 200,0 L, se encontram em equilíbrio (estado I) 0,2 mol de H<sub>2</sub> (g), 0,2 mol de I<sub>2</sub>(g) e 1,4 mol de HI (g), a 450 °C.



Ao sistema, foi adicionado 0,9 mol de HI (g), que após reagir, retornou ao estado de equilíbrio (estado II), na temperatura de 450 °C. Com base nas informações, analise as afirmativas abaixo.

- I. No estado I, a constante de equilíbrio  $K_c$  é igual a 49.
- II. No estado II, a concentração do H<sub>2</sub> (g) é igual a 0,005 mol.L<sup>-1</sup>.
- III. No estado II, a concentração do HI (g) é igual 0,105 mol.L<sup>-1</sup>.

É correto o que se afirma:

- a) apenas em I.
- b) em I, II e III.
- c) apenas em III.
- d) apenas em I e II.
- e) apenas em II e III.

**21 - (UDESC SC)**

As reações químicas dependem de colisões eficazes que ocorrem entre as moléculas dos reagentes. Quando se pensa em sistema fechado, é de se esperar que as colisões ocorram entre as moléculas dos produtos em menor ou maior grau, até que se atinja o equilíbrio químico. À temperatura ambiente, o NO<sub>2</sub>(g), gás castanho-avermelhado, está sempre em equilíbrio com o seu dímero, o N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(g), gás incolor. Em um experimento envolvendo a



dissociação de  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  em  $\text{NO}_2(\text{g})$  coletaram-se os seguintes dados: a amostra inicial de  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  utilizada foi de 92g, em um dado momento a soma dos componentes  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  e  $\text{NO}_2(\text{g})$  foi de 1,10 mol.

Com base nesses dados, pode-se dizer que a quantidade dissociada em mols de  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  é:

- a) 0,20
- b) 0,10
- c) 0,40
- d) 0,60
- e) 0,80

### 22 - (UECE)

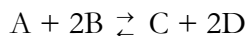
O tetróxido de dinitrogênio gasoso, utilizado como propelente de foguetes, dissocia-se em dióxido de nitrogênio, um gás irritante para os pulmões, que diminui a resistência às infecções respiratórias.

Considerando que no equilíbrio a  $60^\circ\text{C}$ , a pressão parcial do tetróxido de dinitrogênio é 1,4 atm e a pressão parcial do dióxido de nitrogênio é 1,8 atm, a constante de equilíbrio  $K_p$  será, em termos aproximados,

- a) 1,09 atm.
- b) 1,67 atm.
- c) 2,09 atm.
- d) 2,31 atm.

### 23 - (PUC MG)

Considere o equilíbrio químico abaixo e as seguintes concentrações iniciais:



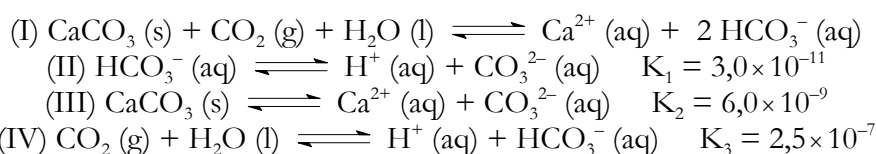
[A] / mol L <sup>-1</sup>	[B] / mol L <sup>-1</sup>	[C] / mol L <sup>-1</sup>	[D] / mol L <sup>-1</sup>
1	1	0	0

A  $25^\circ\text{C}$ , para 1 litro de reagente, o equilíbrio foi atingido quando 0,5 mol do reagente B foi consumido. Assinale o valor da constante de equilíbrio da reação.

- a) 3
- b) 4
- c) 1/4
- d) 1/3

### 24 - (ENEM)

Vários ácidos são utilizados em indústrias que descartam seus efluentes nos corpos d'água, como rios e lagos, podendo afetar o equilíbrio ambiental. Para neutralizar a acidez, o sal carbonato de cálcio pode ser adicionado ao efluente, em quantidades apropriadas, pois produz bicarbonato, que neutraliza a água. As equações envolvidas no processo são apresentadas:



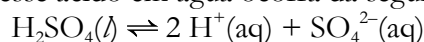
Com base nos valores das constantes de equilíbrio das reações II, III e IV a 25 °C, qual é o valor numérico da constante de equilíbrio da reação I?

- a)  $4,5 \times 10^{-26}$
- b)  $5,0 \times 10^{-5}$
- c)  $0,8 \times 10^{-9}$
- d)  $0,2 \times 10^5$
- e)  $2,2 \times 10^{26}$

### 25 - (USF SP)

O ácido sulfúrico é um ácido forte que atinge 80 % de ionização em água. Esta característica impede que possamos ter contato direto com tal substância, pois ocorreria uma desidratação de nossa pele e demais tecidos superficiais em virtude da necessidade que este ácido possui em procurar água para se ionizar.

Considere que a ionização desse ácido em água ocorra da seguinte forma:

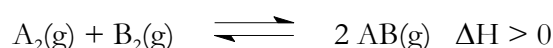


Se a concentração molar inicial do ácido antes da ionização era  $4 \text{ mol.L}^{-1}$ , é possível afirmar que

- a) após atingido o equilíbrio, a constante de ionização é numericamente próxima a 165.
- b) se a elevação da temperatura do sistema aumentar a ionização do ácido para perto de 100 %, trata-se, então, de uma dissolução exotérmica.
- c) após atingido o equilíbrio, a concentração molar do ácido e a dos íons são numericamente iguais.
- d) após atingido o equilíbrio, a constante de ionização é numericamente igual a 16.
- e) se forem retirados os íons  $\text{H}^+$  do sistema, haverá um deslocamento favorável à formação do ácido.

### 26 - (Mackenzie SP)

Considere o processo representado pela transformação reversível equacionada abaixo.



Inicialmente, foram colocados em um frasco com volume de 10 L, 1 mol de cada um dos reagentes. Após atingir o equilíbrio, a uma determinada temperatura T', verificou-se experimentalmente que a concentração da espécie AB(g) era de 0,10 mol/L.

São feitas as seguintes afirmações, a respeito do processo acima descrito.

- I. A constante  $K_c$  para esse processo, calculada a uma dada temperatura T', é 4.
- II. A concentração da espécie  $\text{A}_2(g)$  no equilíbrio é de 0,05 mol/L.
- III. Um aumento de temperatura faria com que o equilíbrio do processo fosse deslocado no sentido da reação direta.

Assim, pode-se confirmar que

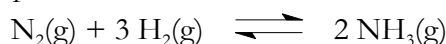
- a) é correta somente a afirmação I.
- b) são corretas somente as afirmações I e II.
- c) são corretas somente as afirmações I e III.

- d) são corretas somente as afirmações II e III.
- e) são corretas as afirmações I, II e III.

### 27 - (PUC SP)

A amônia é um produto industrial de grande relevância, sendo matéria-prima para a produção de fertilizantes. A amônia é obtida em larga escala pelo processo Haber em que são empregados nitrogênio e hidrogênio sob alta pressão a 450 °C.

A equação que representa o processo é



sendo que o  $K_c$  dessa reação a 25 °C é de  $3,5 \times 10^8$ , enquanto que o  $K_c$  medido a 450 °C é de 0,16.

Sobre a reação de síntese da amônia foram feitas as seguintes afirmações.

- I. Trata-se de uma reação de oxidorredução em que o gás hidrogênio é o agente redutor.
- II. Trata-se de um processo endotérmico e por isso é realizado em alta temperatura.
- III. Alterar a pressão dos reagentes modifica o valor de  $K_c$ .
- IV. A 450 °C a velocidade de formação de amônia seria bem maior do que a 25 °C, considerando-se que as pressões parciais dos reagentes no início da reação fossem as mesmas em ambas as temperaturas.

Estão corretas apenas as afirmações

- a) I e II.
- b) II e IV.
- c) III e IV.
- d) I e III.
- e) I e IV.

### 28 - (UFG GO)

Um reator com capacidade de 10 L foi preenchido com 30 mols de  $\text{PCl}_5(\text{s})$  e aquecido a 60 °C. Após o período de cinco horas, verificou-se a decomposição de 80% do sólido em  $\text{PCl}_3(\text{s})$  e  $\text{Cl}_2(\text{g})$ , atingindo as condições de equilíbrio químico. Nessas condições, o valor da constante de equilíbrio é, aproximadamente, igual a:

- a) 9,6 mol/L
- b) 5,8 mol/L
- c) 4,0 mol/L
- d) 2,4 mol/L
- e) 0,6 mol/L

### 29 - (UFG GO)

As pérolas contêm, majoritariamente, entre diversas outras substâncias, carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Para obtenção de uma pérola artificial composta exclusivamente de  $\text{CaCO}_3$ , um analista, inicialmente, misturou 22 g de  $\text{CO}_2$  e 40 g de  $\text{CaO}$ . Nesse sentido, conclui-se que o reagente limitante e a massa em excesso presente nessa reação são, respectivamente,

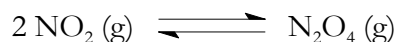
- a)  $\text{CO}_2$  e 22 g
- b)  $\text{CaO}$  e 10 g
- c)  $\text{CO}_2$  e 12 g
- d)  $\text{CaO}$  e 20 g

e)  $\text{CO}_2$  e 8 g

### 30 - (UEM PR)

Em um recipiente fechado de volume 1 L, provido de um êmbolo que pode alterar esse volume, encontram-se em equilíbrio reacional 0,92 g de  $\text{NO}_2$  e 4,6 g de  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

Assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**, sabendo-se que o  $\text{NO}_2$  apresenta cor marrom avermelhada, o  $\text{N}_2\text{O}_4$  é incolor e que a reação de equilíbrio é



01. Na condição de equilíbrio descrita,  $K_c = 125 \text{ L/mol}$ .
02. Mantendo-se a temperatura constante, a diminuição do volume do recipiente diminuirá a intensidade da cor marrom avermelhada da mistura de gases.
04. O aumento do volume do recipiente deslocará o equilíbrio, aumentando a quantidade de  $\text{NO}_2$ , mantendo-se a temperatura constante.
08. Considerando-se que um aumento da temperatura do recipiente desloca o equilíbrio no sentido do aumento da quantidade de  $\text{N}_2\text{O}_4$ , mantendo-se o volume constante, pode-se afirmar que a reação é exotérmica nesse sentido.
16. Para essa reação,  $K_p = K_c/RT$ .

### 31 - (UEM PR)

A uma determinada temperatura, foram colocados, em um recipiente fechado de capacidade 5 litros, 2 mols de  $\text{N}_2(\text{g})$  e 4 mols de  $\text{H}_2(\text{g})$ . Após certo tempo, verificou-se que o sistema havia entrado em equilíbrio e que havia se formado 1,5 mol de  $\text{NH}_3(\text{g})$ . Com relação a esse experimento, assinale o que for **correto**.

01. A constante de equilíbrio  $K_c$  é aproximadamente  $0,34 (\text{mol/litro})^{-2}$ .
02. Se dobrarmos os valores das quantidades iniciais (em mols) dos gases  $\text{N}_2(\text{g})$  e  $\text{H}_2(\text{g})$ , a constante de equilíbrio também dobra de valor.
04. No equilíbrio, restou 1,75 mol de  $\text{H}_2(\text{g})$ .
08. A concentração em quantidade de matéria do  $\text{N}_2(\text{g})$ , no equilíbrio, é 0,25 mol/litro.
16. O grau de equilíbrio de reação em relação ao gás nitrogênio é 37,5 %.

### 32 - (UFES)

A amônia está entre as cinco substâncias mais produzidas no mundo, em decorrência da variedade de aplicações que possui, com destaque para seu uso como fertilizante na agricultura ou, ainda, para seu uso na fabricação de explosivos. Essa substância é sintetizada em escala industrial pelo processo Haber-Bosch, empregando-se, para isso, temperaturas e pressões elevadíssimas, além de catalisadores sólidos. A síntese da amônia é representada de acordo com a seguinte equação química:  $\text{N}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3 (\text{g})$ .

**Dados:**  $\Delta H_f^\circ (\text{N}_2 (\text{g})) = \Delta H_f^\circ (\text{H}_2 (\text{g})) = 0$ ;  $\Delta H_f^\circ (\text{NH}_3 (\text{g})) = -46,3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

- a) Com base nas entalpias padrões de formações fornecidas, calcule a entalpia padrão de reação para a síntese da amônia e identifique o processo como exotérmico ou endotérmico.
- b) A partir da reação de dissolução do gás amônia em água, representada a seguir, identifique, entre os compostos (moléculas ou íons), quais apresentam caráter ácido:  $\text{NH}_3 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$ .
- c) Apresente as estruturas de Lewis para  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4^+$ .

- d) Determine a constante de equilíbrio para a reação de síntese da amônia em uma mistura de gases que contenha as seguintes pressões parciais: 10 atm de H<sub>2</sub>, 5 atm de N<sub>2</sub> e 3 atm de NH<sub>3</sub>.

### 33 - (UEM PR)

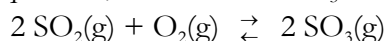
Assinale o que for correto.

01. O valor da constante de equilíbrio para uma reação, em uma dada temperatura, não depende das concentrações iniciais de reagentes e de produtos.
02. Aquecendo-se 1 mol de trióxido de enxofre em um recipiente fechado com capacidade de 5 litros, observou-se que esta substância apresentava-se 60% dissociada após o sistema ter atingido o equilíbrio. Utilizando-se dessas informações, infere-se que o grau de equilíbrio é 0,6.
04. Considere a seguinte reação balanceada:  
 $2 \text{SO}_2(\text{g}) + 1 \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$ , a qual apresenta uma constante de equilíbrio igual a  $9,9 \times 10^{+25}$ . A partir do valor da constante de equilíbrio é possível afirmar que na situação de equilíbrio químico, há muito mais reagente do que produto.
08. A função de um catalisador é atuar diminuindo a energia de ativação de uma dada reação. A diminuição dessa energia de ativação significa que o equilíbrio da reação se desloca para a maior formação de produtos.
16. Para a reação abaixo é necessário trabalhar em temperaturas elevadas para que haja uma grande produção de alumina.



### 34 - (UEPG PR)

Considerando a equação em equilíbrio, de síntese do SO<sub>3</sub>



As constantes de equilíbrio, K<sub>c</sub>, para essa reação em diferentes temperaturas são as seguintes:

K <sub>c</sub>	Temperatura (K)
100	100
2	1200

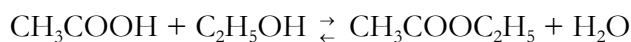
Com base nessa equação e os fatores que podem afetar o seu equilíbrio, assinale o que for correto.

01. Para melhorar o rendimento dessa reação pode-se diminuir a concentração de SO<sub>2</sub>(g) ou de O<sub>2</sub>(g).
02. Para que essa reação atinja o equilíbrio mais rapidamente, pode-se aumentar a concentração de SO<sub>2</sub>(g) ou de O<sub>2</sub>(g).
04. Para melhorar o rendimento dessa reação pode-se aumentar o volume do recipiente em que a reação ocorre e, desta forma, diminuir a pressão.
08. A síntese do SO<sub>3</sub> é uma reação exotérmica.
16. Para melhorar o rendimento dessa reação deve-se abaixar a temperatura.

### 35 - (UEM PR)

Considere a reação em equilíbrio químico homogêneo abaixo. Misturam-se 2 mols de ácido acético com 3 mols de álcool etílico a 25 °C e espera-se atingir o equilíbrio com constante igual a 4. Assinale o que for correto.

Dado:  $\sqrt{112} \cong 10,58$ .



01. A reação direta é uma esterificação, e a inversa é uma hidrólise.  
 02. A expressão da constante de equilíbrio para a reação, considerando que a concentração de cada um dos produtos seja “x”, resulta na seguinte equação de segundo grau:  
 $x^2 - 20x + 24 = 0$ .  
 04. A quantidade de matéria de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  no equilíbrio é aproximadamente 0,43 mols.  
 08. A quantidade de matéria de  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  no equilíbrio é aproximadamente 1,43 mols.  
 16. A quantidade de matéria do  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$  no equilíbrio é aproximadamente 1,75 mols.

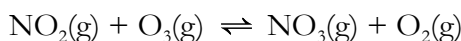
### 36 - (UFJF MG)

O ozônio é um gás que existe em pequenas quantidades (cerca de 10 %) na troposfera, mas em maior concentração na estratosfera, constituindo a camada de ozônio.

- a) Na troposfera, o ozônio reage com o óxido de nitrogênio produzindo oxigênio e dióxido de nitrogênio, cuja constante de equilíbrio é  $6,0 \times 10^{34}$ . De acordo com as concentrações descritas abaixo, verifique se o sistema está em equilíbrio.

Composto	$\text{O}_3$	NO	$\text{O}_2$	$\text{NO}_2$
Concentração (mol L <sup>-1</sup> )	$1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-5}$	$8 \times 10^{-3}$	$2 \times 10^{-4}$

- b) Utilizando os dados para a reação do ozônio com o dióxido de nitrogênio na atmosfera, fornecidos abaixo, determine a expressão da velocidade e calcule o valor da constante de velocidade dessa reação

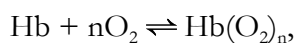


$[\text{NO}_2] / \text{mol L}^{-1}$	$[\text{O}_3] / \text{mol L}^{-1}$	Velocidade / mol L <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup>
$5 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-5}$	$2,2 \times 10^{-2}$
$5 \times 10^{-5}$	$2 \times 10^{-5}$	$4,4 \times 10^{-2}$
$2,5 \times 10^{-5}$	$2 \times 10^{-5}$	$2,2 \times 10^{-2}$

- c) Na troposfera, o ozônio também reage com compostos orgânicos insaturados prejudicando a qualidade de vida dos organismos vivos. Escreva a reação de ozonólise do 2-metilbuteno na troposfera.

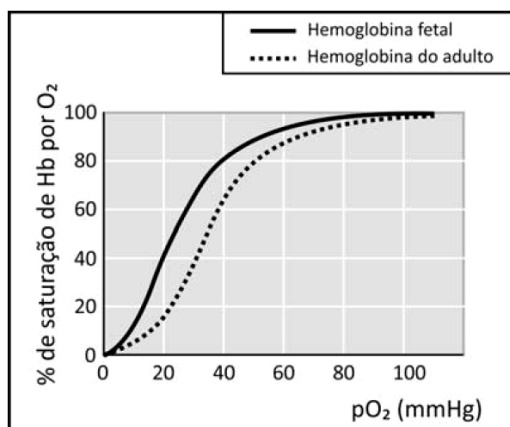
### 37 - (FUVEST SP)

A hemoglobina (Hb) é a proteína responsável pelo transporte de oxigênio. Nesse processo, a hemoglobina se transforma em oxi-hemoglobina ( $\text{Hb}(\text{O}_2)_n$ ). Nos fetos, há um tipo de hemoglobina diferente da do adulto, chamada de hemoglobina fetal. O transporte de oxigênio pode ser representado pelo seguinte equilíbrio:



em que Hb representa tanto a hemoglobina do adulto quanto a hemoglobina fetal.

A figura mostra a porcentagem de saturação de Hb por  $\text{O}_2$  em função da pressão parcial de oxigênio no sangue humano, em determinado pH e em determinada temperatura.



A porcentagem de saturação pode ser entendida como:

$$\% \text{ de saturação} = \frac{[\text{Hb}(\text{O}_2)_n]}{[\text{Hb}(\text{O}_2)_n] + [\text{Hb}]} \times 100$$

Com base nessas informações, um estudante fez as seguintes afirmações:

- I. Para uma pressão parcial de O<sub>2</sub> de 30 mmHg, a hemoglobina fetal transporta mais oxigênio do que a hemoglobina do adulto.
- II. Considerando o equilíbrio de transporte de oxigênio, no caso de um adulto viajar do litoral para um local de grande altitude, a concentração de Hb em seu sangue deverá aumentar, após certo tempo, para que a concentração de Hb(O<sub>2</sub>)<sub>n</sub> seja mantida.
- III. Nos adultos, a concentração de hemoglobina associada a oxigênio é menor no pulmão do que nos tecidos.

É correto apenas o que o estudante afirmou em

- a) I.
- b) II.
- c) I e II.
- d) I e III.
- e) II e III.

**Note e adote:**

pO<sub>2</sub> (pulmão) > pO<sub>2</sub> (tecidos).

**TEXTO: 1 - Comum à questão: 38**

Bactérias nitrificantes formam um grupo de bactérias aeróbias (família *Nitrobacteraceae*) que usam produtos químicos inorgânicos como uma fonte de energia. São microrganismos importantes no ciclo do nitrogênio como conversores de amônia do solo para nitratos, compostos utilizáveis por plantas. O processo de nitrificação requer a mediação de dois grupos distintos: bactérias que convertem a amônia em nitritos (nitrosomonas, nitrospira, nitrosococcus e nitrosolobus) e bactérias que convertem nitritos (tóxicos para plantas) em nitratos (nitrobacter, nitrospina e nitrococcus). Na agricultura, a irrigação com soluções diluídas de amônia resulta em um aumento nos nitratos do solo através da ação de bactérias nitrificantes.

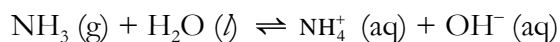
([https:// global.britannica.com](https://global.britannica.com). Adaptado.)

As equações que representam o processo de nitrificação estão representadas a seguir.

- I.  $2\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + \text{energia}$   
II.  $2\text{NO}_2^- + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_3^- + \text{energia}$

### 38 - (UEFS BA)

A água amoniacal, utilizada para adubação de solos, contém 10% do elemento nitrogênio. Essa solução é preparada dissolvendo-se amônia ( $\text{NH}_3$ ) em água, de acordo com a equação:



A expressão que representa a constante de equilíbrio, K, para esse sistema é:

- a)  $K = \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}$   
b)  $K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$   
c)  $K = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}$   
d)  $K = [\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]$   
e)  $K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$

### GABARITO

- 1) Gab: A  
2) Gab: B  
3) Gab: B  
4) Gab: D  
5) Gab: D  
6) Gab: B  
7) Gab: C  
8) Gab: A  
9) Gab: C  
10) Gab:  
 $K_p = 1,80 \text{ atm}$   
11) Gab: A  
12) Gab: VVFVF



13) Gab: D

14) Gab: B

15) Gab:

- a) A reação é exotérmica. A tabela mostra que em menor temperatura a constante de equilíbrio possui maior valor. Isso permite concluir que o resfriamento desloca o equilíbrio no sentido direto, aumentando o rendimento do produto, ou seja, a reação direta é exotérmica.
- b) O átomo de hidrogênio do álcool está ligado diretamente ao oxigênio, um elemento de alta eletronegatividade. Isso o torna muito polarizado positivamente, daí a forte interação com o enxofre do ânion (interação íon-dipolo).

16) Gab: 12

17) Gab: B

18) Gab: B

19) Gab:

- a) Como a reação é exotérmica e ocorre com contração volumétrica, o equilíbrio se estabelecerá com maior rendimento, ou seja, com maior concentração de produto no equilíbrio, quando for realizado a 400 °C (menor temperatura) e a 500 atm (maior pressão), portanto no teste 1. Além disso, o excesso de O<sub>2</sub> tende a fazer com que o SO<sub>2</sub> tenha um alto grau de conversão em SO<sub>3</sub> nesse teste.

- b)  $2 \text{SO}_2(\text{g}) + 1 \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} = 250 \text{ (a } 1000^\circ\text{C)}$$

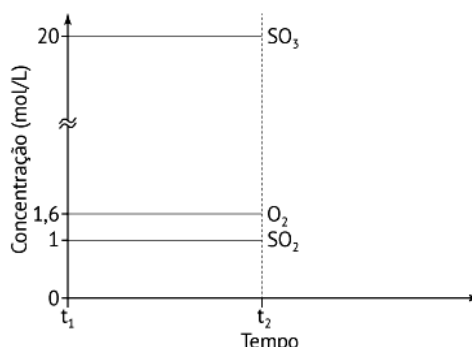
Em t<sub>1</sub> tem-se: [SO<sub>2</sub>] = 1 mol/L; [O<sub>2</sub>] = 1,6 mol/L; [SO<sub>3</sub>] = 20 mol/L

Calculando-se o quociente vem:

$$Q_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} = \frac{(20)^2}{(1) \cdot (1,6)} = \frac{400}{1,6} = 250$$

ou seja, o sistema já se encontra em equilíbrio em t<sub>1</sub>, e portanto as concentrações não irão variar a partir desse instante.

O gráfico será:



20) Gab: A

21) Gab: B

22) Gab: D

23) Gab: D

24) Gab: B

25) Gab: A

26) Gab: E

27) Gab: E

28) Gab: D

29) Gab: C

30) Gab: 23

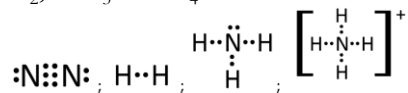
31) Gab: 28

32) Gab:

a) A entalpia padrão de reação para a síntese de amônia é  $-92,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , sendo esse processo exotérmico.

b) Entre esses compostos,  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{H}_2\text{O}$  apresentam caráter ácido.

c) Estruturas de Lewis para  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4^+$ :



d) A constante de equilíbrio para essa reação é 0,0018.

33) Gab: 03

34) Gab: 24

35) Gab: 13

36) Gab:

$$\text{a) } K = \frac{[\text{O}_2]x[\text{NO}_2]}{[\text{O}_3]x[\text{NO}]} = \frac{8x10^{-3}x2x10^{-4}}{1x10^{-6}x1x10^{-5}} = \frac{10x10^{-7}}{1x10^{-11}} = 16x10^4$$

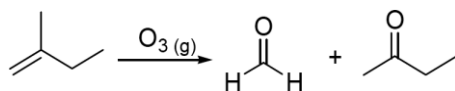
Com base no valor de K calculado pode-se afirmar que o sistema não encontra-se em equilíbrio, uma vez que o valor de K calculado é menor que a constante de equilíbrio da reação  $6,0x10^{34}$ .

b) Expressão da velocidade:  $v = k[\text{NO}_2][\text{O}_3]$

$$\text{Constante de velocidade: } 2,2x10^{-2} = k(5x10^{-5})(1x10^{-5})$$

$$k = 4,4x10^7 \text{ s}^{-1}$$

c)



37) Gab: C

38) Gab: E