

ITA 2019

Primeira fase e Segunda fase

CONSTANTES

Constante de Avogadro (N_A) = $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Constante de Faraday (F) = $9,65 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Volume molar de gás ideal = 22,4 L (CNTP)

Carga elementar = $1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

Constante dos gases (R) = $8,21 \times 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Constante gravitacional (g) = $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Constante de Planck (h) = $6,63 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$

Velocidade da luz no vácuo = $3,0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Número de Euler (e) = 2,72

DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg = $1,01325 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = 760 \text{ Torr} = 1,01325 \text{ bar}$

Energia: $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = 6,24 \times 10^{18} \text{ eV}$

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP): 0°C e 760 mmHg

Condições ambientes: 25°C e 1 atm

Condições padrão: 1 bar; concentração das soluções = $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (rigorosamente: atividade unitária das espécies); sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) = sólido. (l) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso. (conc) = concentrado. (ua) = unidades arbitrárias.

u.m.a. = unidade de massa atômica. [X] = concentração da espécie química X em mol L^{-1} .

$\ln X = 2,3 \log X$

MASSAS MOLARES

| Elemento Químico | Número Atômico | Massa Molar (g. mol ⁻¹) |
|------------------|----------------|-------------------------------------|
| H | 1 | 1,01 |
| C | 6 | 12,01 |
| N | 7 | 14,01 |
| O | 8 | 16,00 |
| F | 9 | 19,00 |
| S | 16 | 32,06 |

| Elemento Químico | Número Atômico | Massa Molar (g. mol ⁻¹) |
|------------------|----------------|-------------------------------------|
| Fe | 26 | 55,85 |
| Co | 27 | 58,93 |
| Ni | 28 | 58,69 |
| Cu | 29 | 63,55 |
| Zn | 30 | 65,38 |
| Br | 35 | 79,90 |

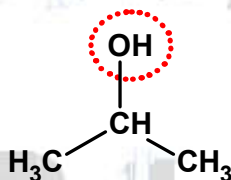
Questão 49. Sejam feitas estas afirmações a respeito do ponto de ebulição de substâncias à pressão atmosférica:

- I. O ponto de ebulição do 2-propanol é maior que o da propanona.
 - II. O ponto de ebulição do cis-but-2-eno é maior que o do trans-but-2-eno.
 - III. O ponto de ebulição do fluorometano é maior que o da metilamina.
 - IV. O ponto de ebulição do 2-metilbutano é maior que o do 2,2-dimetilpropano.
- Das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S)

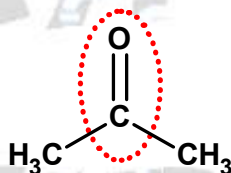
- A () apenas I, II e IV.
- B () apenas I e III.
- C () apenas II e IV.
- D () apenas III.
- E () todas.

Resolução: alternativa A

I. Correta. A estrutura do 2-propanol possui três átomos de carbono e apresenta um grupo OH que faz interações do tipo ligações de hidrogênio.

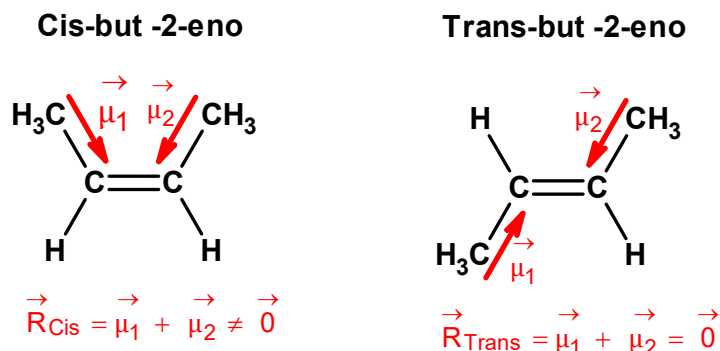


A estrutura da propanona possui três átomos de carbono e apresenta um grupo carbonila (C=O) que faz interações do tipo dipolo-dipolo.



As interações feitas pelos grupos O-H são mais intensas do que as interações feitas pelos grupos C=O, logo a temperatura de ebulição do 2-propanol é maior que o da propanona.

II. Correta. Devido ao efeito elétron-repelente causado pelos grupos -CH₃ ligados aos carbonos da dupla ligação pode-se representar o vetor momento dipolo elétrico nos dois isômeros do buteno.



Como a resultante do isômero cis é diferente de zero, conclui-se que a polaridade do cis-but-2-eno é maior do que a polaridade do trans-but-2-eno. Quanto maior a polaridade, maior a força intermolecular e maior a temperatura de ebulição.

Conclusão: o ponto de ebulição do cis-but-2-eno é maior que o do trans-but-2-eno.

Questão 51. Retardantes de chama são substâncias que atenuam e/ou inibem o processo de combustão de um material. Considere os seguintes fenômenos:

I. Criação de um dissipador de calor usando um composto que se decompõe em um processo altamente exotérmico, gerando produtos voláteis não combustíveis.

II. Aumento da transferência de calor na superfície em combustão por eliminação do material fundido.

III. Envenenamento da chama pela evolução de espécies químicas que capturam os radicais H e OH que são ativos na propagação da termooxidação da chama.

IV. Limitação da transferência de calor e massa pela criação de uma camada de carbonização isolante na superfície do material sólido em combustão.

Assinale a opção que apresenta corretamente o(s) fenômeno(s) que pode(m) ser atribuído(s) a ações de retardantes de chama.

- A** () Apenas I e II
B () Apenas I e IV
C () Apenas II, III e IV
D () Apenas III
E () Todos

Resolução: alternativa C

I. Incorreta. Um processo altamente endotérmico (que ocorra com absorção de calor) e que gere produtos voláteis e não combustíveis é o que se busca em um retardante de chama.

II. Correta. Eliminando-se o material fundido que passará para o estado gasoso, retarda-se a combustão.

III. Correta. A propagação da chama envolve o hidrogênio atômico (H) e o oxigênio molecular (O₂) formando oxigênio atômico (O) e o radical hidroxilo (OH), ($H + O_2 \rightarrow O + OH$), por isso a captura dos radicais livres se torna necessária.

IV. Correta. A formação de uma camada isolante na superfície do material sólido em combustão diminui o contato do combustível gasoso com o comburente e com a chama.

Questão 52. Após atravessar um filtro de radiação ultravioleta, o qual não permite passar fótons de comprimento de onda menor que 300 nm, um feixe de luz solar é direcionado para uma amostra de hidrogênio atômico gasoso à baixa pressão, mantido em um recipiente transparente à luz visível e opaco ao infravermelho (com comprimento de onda superior a 663 nm). Após passarem pela amostra, a quantidade de fótons e suas energias são detectadas por sensores posicionados ortogonalmente ao feixe de luz.

Assinale a opção que melhor apresenta as energias, em eV, dos fótons que podem ser detectados.

- A** () 0,7; 1,9; 3,3; 10,2
B () 0,9; 1,4; 1,9; 3,3
C () 1,0; 1,5; 3,4; 13,6
D () 1,9; 2,6; 2,9; 3,0
E () 2,1; 2,4; 3,4; 3,8

Resolução: alternativa D

A fórmula a seguir permite determinar o comprimento de onda das linhas espectrais do átomo de hidrogênio.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad (I)$$

Onde:

λ = comprimento de onda emitido.

R_H = constante de Rydberg = $1,1 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$.

Para a série de Balmer: $n_1 = 2$.

h = constante de Planck = $6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$.

c = velocidade da luz = $3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

$$\left. \begin{array}{l} E = h \times f \\ v = \lambda \times f \end{array} \right\} E = h \times \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{E}{h \times c}$$

Substituindo na equação (I), vem:

$$\frac{E}{h \times c} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right)$$

$$E = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s} \times 3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1} \times 1,1 \times 10^7 \text{ m}^{-1} \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right)$$

$$E = 21,879 \times 10^{-34} \times 10^8 \times 10^7 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right)$$

$$E = 21,879 \times 10^{-19} \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right)$$

$$1 \text{ J} = 6,24 \times 10^{18} \text{ eV} \Rightarrow 1 \text{ eV} = \frac{1}{6,24 \times 10^{18}} \text{ J}$$

$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = \frac{21,879 \times 10^{-19}}{1,6 \times 10^{-19} \text{ J}} \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right) \Rightarrow E = 13,67 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right) \text{ eV}$$

$$E_{3 \rightarrow 2} = E = 13,67 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \text{ eV} = +1,899 \text{ eV} \Rightarrow 1,9 \text{ eV}$$

$$E_{4 \rightarrow 2} = E = 13,67 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right) \text{ eV} = +2,563 \text{ eV} \Rightarrow 2,6 \text{ eV}$$

$$E_{5 \rightarrow 2} = E = 13,67 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right) \text{ eV} = +2,8707 \text{ eV} \Rightarrow 2,9 \text{ eV}$$

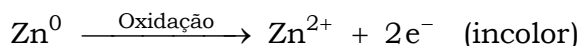
$$E_{6 \rightarrow 2} = E = 13,67 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2} \right) \text{ eV} = +3,038 \text{ eV} \Rightarrow 3,0 \text{ eV}$$

Questão 53. Considere uma pequena chapa de aço revestido com zinco (aço galvanizado) mergulhada em uma solução azul de sulfato de cobre nas condições padrão e a 25 °C. Após determinado intervalo de tempo, observa-se que a solução fica verde. Com base nessas observações e desconsiderando a presença de espécies interferentes, é ERRADO afirmar que

- A** () o aço foi corroído.
B () o íon cobre atuou como agente oxidante preferencialmente ao oxigênio atmosférico.
C () o zinco foi parcialmente oxidado.
D () o zinco foi oxidado preferencialmente ao ferro.
E () a função do zinco no aço galvanizado é oferecer proteção catódica.

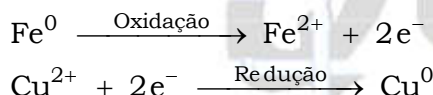
Resolução: alternativa C

O zinco presente no aço funciona como um anodo de sacrifício, ou seja, é totalmente oxidado no lugar do ferro.



A solução de sulfato de cobre é azul devido à presença de cátions cobre (Cu²⁺).

A solução muda de cor (de azul para verde) pois, como o zinco foi totalmente oxidado, o ferro passa a ser oxidado no seu lugar, já que deixou de ser “protegido” pelo zinco.

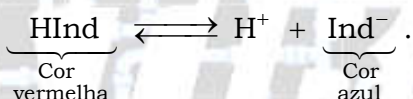


Questão 54. Um dado indicador ácido-base tem constante de dissociação ácida igual a $3,0 \times 10^{-5}$. A forma ácida desse indicador tem cor vermelha e sua forma básica tem cor azul. Com base nessas informações, assinale a opção que apresenta o valor aproximado da variação de pH para que ocorra a mudança de cor do indicador de 75 % da coloração vermelha para 75 % da azul.

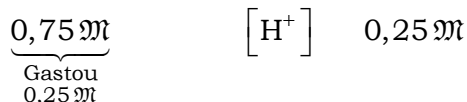
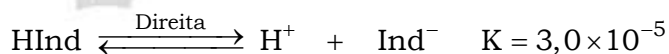
- A** () 0,33 **B** () 1,0 **C** () 1,5 **D** () 2,0 **E** () 3,0

Resolução: alternativa B

A mudança de cor do indicador de 75 % da coloração vermelha para 75 % da azul ocorre com o deslocamento do equilíbrio:



Para 75 % da cor vermelha o equilíbrio deve estar deslocado para a direita:



$$K = \frac{[\text{H}^+] \times [\text{Ind}^-]}{[\text{HInd}]}$$

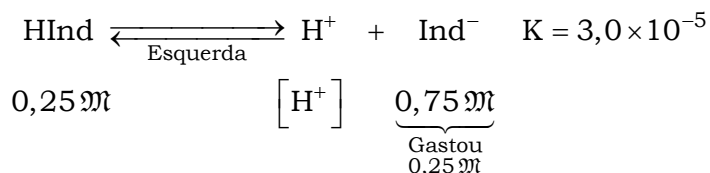
$$3,0 \times 10^{-5} = \frac{[\text{H}^+] \times 0,25 \text{ M}}{0,75 \text{ M}}$$

$$[\text{H}^+] = 9,0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH}_{\text{vermelha}} = -\log(9,0 \times 10^{-5})$$

$$\text{pH}_{\text{vermelha}} = 5 - \log 9$$

Para 75 % da cor azul o equilíbrio deve estar deslocado para a esquerda:



$$K = \frac{[\text{H}^+] \times [\text{Ind}^-]}{[\text{HInd}]}$$

$$3,0 \times 10^{-5} = \frac{[\text{H}^+] \times 0,75 \text{ M}}{0,25 \text{ M}}$$

$$[\text{H}^+] = 1,0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH}_{\text{azul}} = -\log(1,0 \times 10^{-5}) = 5$$

Varição de pH:

$$\Delta\text{pH} = \text{pH}_{\text{azul}} - \text{pH}_{\text{vermelha}} = 5 - (5 - \log 9) = \log 9 = \log 3^2$$

$$\Delta\text{pH} = 2 \times \underbrace{\log 3}_{\approx 0,48} \approx 0,96$$

$$\Delta\text{pH} \approx 1$$

Questão 55. Computadores químicos são sistemas desenvolvidos para resolver diversos problemas de ciência e engenharia, por meio de reações químicas. Considere dois exemplos de aplicação desses computadores:

I. Desenvolvimento de circuitos de controle molecular e procedimentos terapêuticos inteligentes utilizando um conjunto de velocidades de reações químicas como linguagem de programação para controlar a síntese de DNA.

II. Definição das melhores rotas de deslocamento entre dois pontos de um mapa, de forma mais rápida do que qualquer sistema de navegação convencional. O computador utiliza um mapa preenchido com um líquido alcalino. O ponto de partida contém partículas de corante e o ponto de destino contém um gel misturado com ácido.

Assinale a opção que apresenta os conceitos/processos que melhor descrevem o princípio de funcionamento dos computadores químicos exemplificados em I e II, respectivamente.

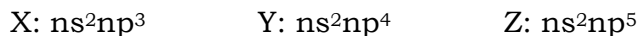
- A** () Primeira lei da termodinâmica e solubilidade
- B** () Mecanismos reacionais e variação da tensão superficial
- C** () Entalpia de formação dos produtos e entalpia de neutralização
- D** () Princípio de Le Chatelier e Lei de Hess
- E** () Energia de ativação e reação de Cannizzaro

Resolução: alternativa B

Tópico I: este tópico está associado à cinética química, ou seja, com mecanismos reacionais que controlam a síntese de produtos.

Tópico II: este tópico está associado ao estudo da tensão superficial de líquidos através da migração de um corante de um meio alcalino para um meio menos alcalino (gel misturado com ácido).

Questão 56. Considere as configurações eletrônicas do estado fundamental dos átomos X, Y e Z pertencentes ao segundo período da tabela periódica:



Com base nas estruturas de Lewis, sejam feitas as seguintes afirmações sobre íons e moléculas formados por esses átomos:

I. A ordem das energias de ligação das moléculas diatômicas homonucleares é $X_2 > Y_2 > Z_2$.

II. O cátion XY^+ tem maior distância interatômica de equilíbrio do que o ânion XY^- .

III. As moléculas triatômicas YZ_2 e Y_3 têm geometria angular.

IV. As moléculas X_2Y_2 e Y_2Z_2 apresentam ligações duplas.

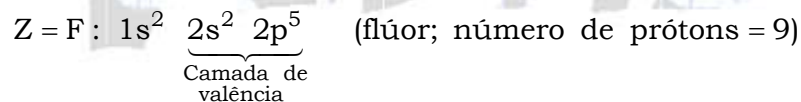
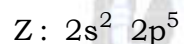
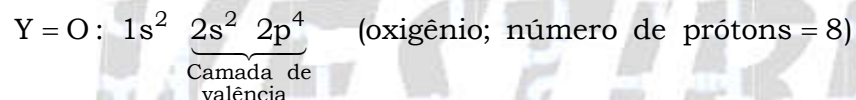
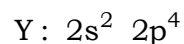
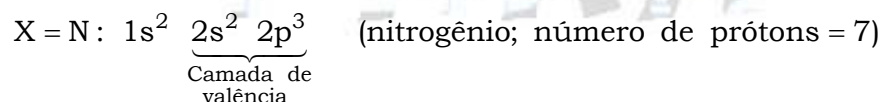
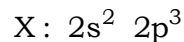
Das afirmações acima, estão CORRETAS apenas

- A** () I e III.
B () I e IV.
C () II e III.
D () II, III e IV.
E () II e IV.

Resolução: alternativa A

Considerando as configurações eletrônicas do estado fundamental dos átomos X, Y e Z pertencentes ao **segundo período** da tabela periódica, tem-se:

$n = 2$ (segundo período)



Primeiro modo de resolução para os itens I e II: com base, exclusivamente, nas **estruturas de Lewis** montadas a partir das camadas de valência e na memorização de que se $d_{(=)} < d_{(-)} < d_{(-)}$, então $E_{\text{ligação tripla}} > E_{\text{ligação dupla}} > E_{\text{ligação simples}}$.

I. Correta.

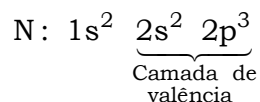
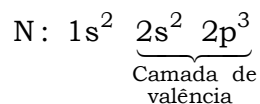


Diagrama de nível de energia de orbital molecular de molécula diatômica **homonuclear** e orbital atômico dos átomos constituintes para o N_2 (a ordem de x, y e z pode variar), não está em escala:

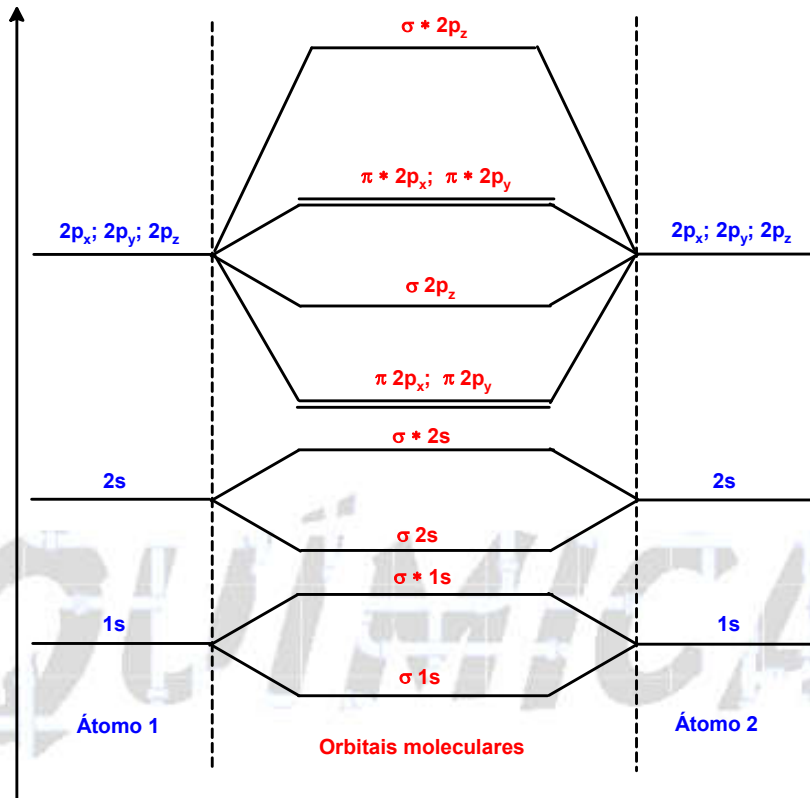


Diagrama de nível de energia de orbital molecular de molécula diatômica **homonuclear** (a direita do grupo 2 da tabela periódica) e orbital atômico dos átomos constituintes para o O_2 e F_2 (a ordem de x, y e z pode variar), não está em escala:

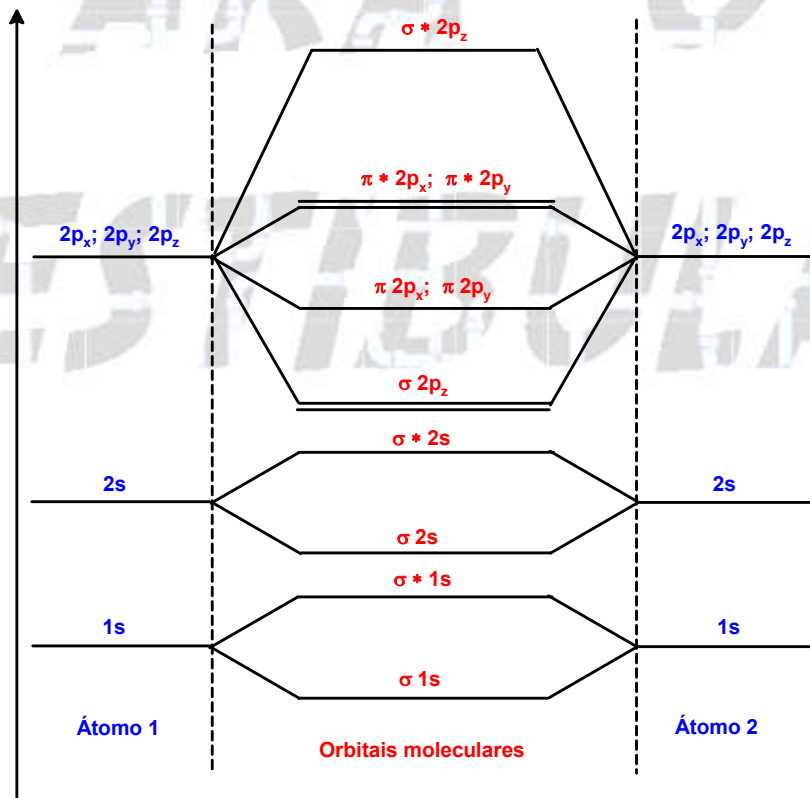
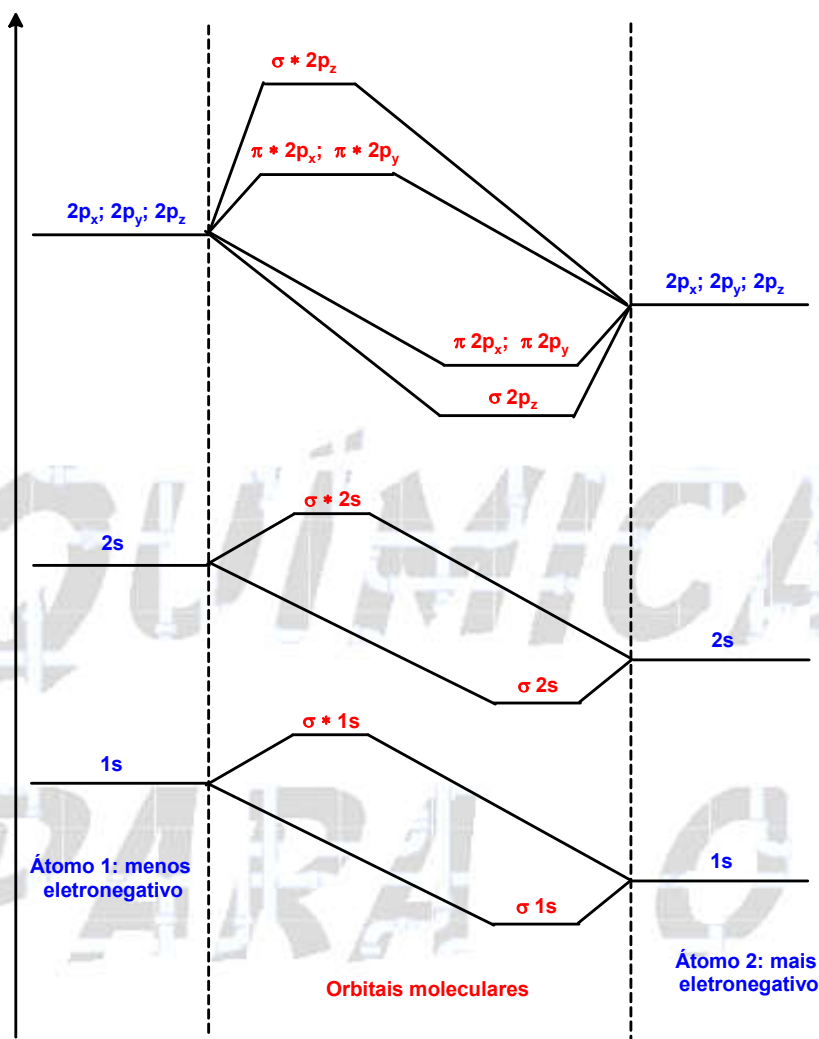
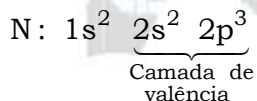
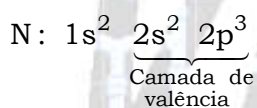


Diagrama de nível de energia de orbital molecular de molécula diatômica **heteronuclear** (a direita do grupo 2 da tabela periódica) e orbital atômico dos átomos constituintes para o NO^+ e NO^- (a ordem de x, y e z pode variar), não está em escala:



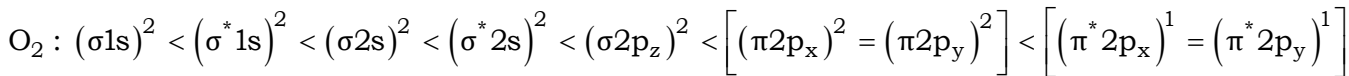
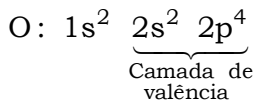
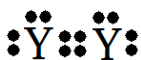
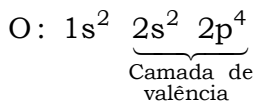
Teremos:



$$\text{N}_2 : (\sigma 1s)^2 < (\sigma^* 1s)^2 < (\sigma 2s)^2 < (\sigma^* 2s)^2 < [(\pi 2p_x)^2 = (\pi 2p_y)^2] < (\sigma 2p_z)^2$$

$$\text{Ordem de ligação} = \frac{(2+2+2+2+2)-(2+2)^*}{2} = \frac{10-4}{2} = 3 \text{ (ligação tripla)}$$

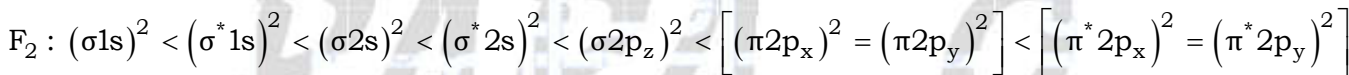
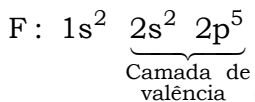
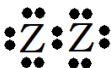
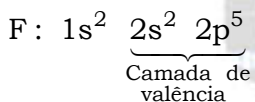
Comprimento de ligação = $1,10 \text{ \AA}$
 Energia de ligação = 225 kcal/mol } Informações adicionais (não obrigatórias)



$$\text{Ordem de ligação} = \frac{(2+2+2+2+2) - (2+2+1+1)^*}{2} = \frac{10-6}{2} = 2 \text{ (ligação dupla)}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Comprimento de ligação} = 1,21 \text{ \AA} \\ \text{Energia de ligação} = 118 \text{ kcal/mol} \end{array} \right\} \text{ Informações adicionais (não obrigatórias)}$$

O valor mais baixo de ordem de ligação da molécula O_2 (2) em relação à molécula N_2 (3) tem a ver com o fato da molécula O_2 ter uma energia de ligação menor e uma distância de ligação maior do que a molécula N_2 .



$$\text{Ordem de ligação} = \frac{(2+2+2+2+2) - (2+2+2+2)^*}{2} = \frac{10-8}{2} = 1 \text{ (ligação simples)}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Comprimento de ligação} = 1,44 \text{ \AA} \\ \text{Energia de ligação} = 37 \text{ kcal/mol} \end{array} \right\} \text{ Informações adicionais (não obrigatórias)}$$

O valor mais baixo de ordem de ligação na molécula F_2 (1) em relação à molécula O_2 (2) tem a ver com o fato da molécula F_2 ter uma energia de ligação menor e uma distância de ligação maior do que a molécula O_2 .

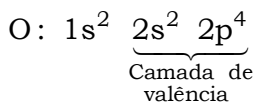
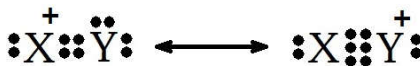
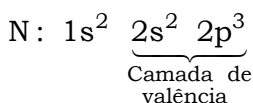
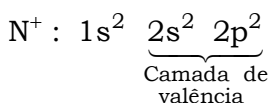
Conclusão:

$$E_{\text{ligação tripla}} > E_{\text{ligação dupla}} > E_{\text{ligação simples}}$$

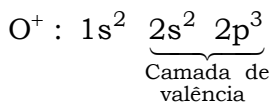
$$E_{\text{X}\equiv\text{X}} > E_{\text{Y}=\text{Y}} > E_{\text{Z}-\text{Z}} \Rightarrow E_{\text{X}_2} > E_{\text{Y}_2} > E_{\text{Z}_2}$$

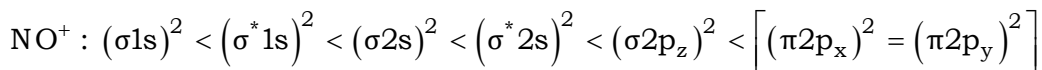
II. Incorreta.

Como $\text{X} = \text{N}$ e $\text{Y} = \text{O}$, o cátion XY^+ é $(\text{NO})^+$.

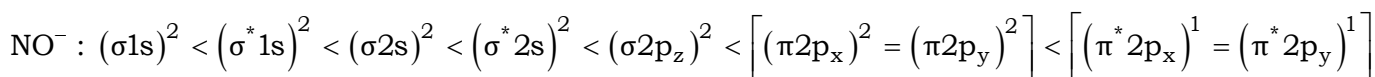
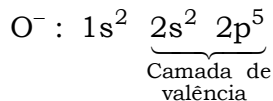
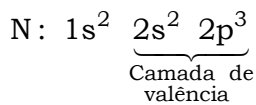


ou





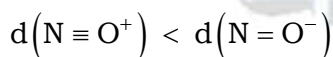
$$\text{Ordem de ligação} = \frac{(2+2+2+2+2) - (2+2)^*}{2} = \frac{10-4}{2} = 3 \text{ (ligação tripla)}$$



$$\text{Ordem de ligação} = \frac{(2+2+2+2+2) - (2+2+1+1)^*}{2} = \frac{10-6}{2} = 2 \text{ (ligação dupla)}$$

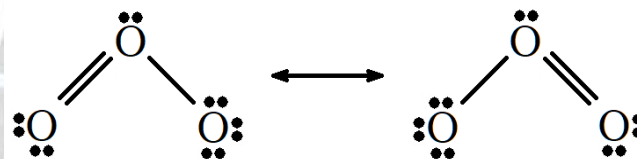
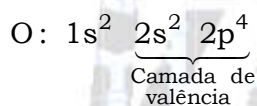
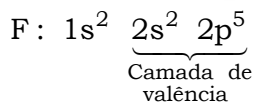
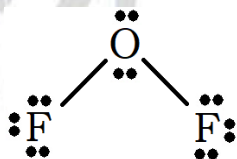
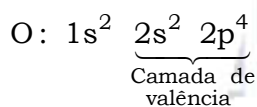
Como a ordem de ligação do cátion NO^+ (3) é maior do que a ordem de ligação do ânion NO^- (2), conclui-se que o cátion NO^+ tem distância interatômica de equilíbrio **menor** do que o ânion NO^- .

Conclusão:



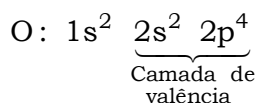
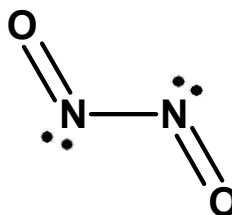
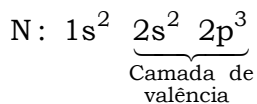
III. Correta.

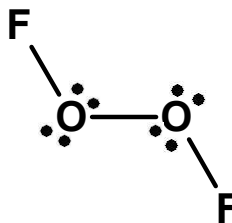
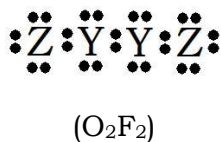
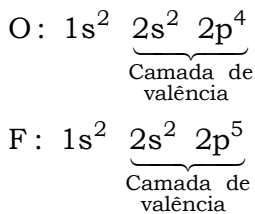
As moléculas triatômicas YZ_2 (OF_2) e Y_3 (O_3) têm geometria angular.



IV. Incorreta.

A molécula X_2Y_2 (N_2O_2) apresenta duas ligações duplas e uma ligação simples. A molécula Y_2Z_2 (O_2F_2) apresenta três ligações simples.



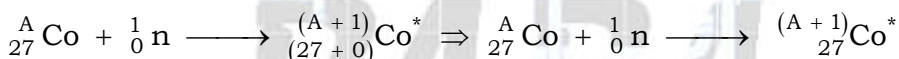


Questão 57. Sabe-se que um determinado nuclídeo, estável ou instável, em seu estado fundamental é designado por X e, em seu estado excitado, por X*. Considere o bombardeamento do átomo estável de cobalto no estado fundamental por um nêutron. O nuclídeo gerado por essa reação sofre três decaimentos radioativos consecutivos, liberando, respectivamente, uma partícula beta e 0,31 MeV de energia, uma partícula gama e 1,17 MeV de energia, e uma partícula gama e 1,33 MeV de energia. Com base nessas informações, assinale a opção que apresenta os nuclídeos formados em cada um dos três decaimentos, respectivamente.

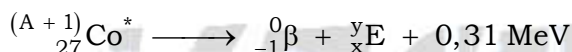
- A** () Co*, Co*, Co
B () Co*, Co, Ni
C () Co*, Ni*, Ni
D () Ni*, Co*, Co
E () Ni*, Ni*, Ni

Resolução: alternativa E

Considerando o bombardeamento do átomo estável de cobalto no estado fundamental por um nêutron, vem:



De acordo com o texto, o nuclídeo gerado por essa reação (${}_{27}^{(A+1)}\text{Co}^*$) sofre três decaimentos radioativos consecutivos, liberando, respectivamente, uma partícula beta e 0,31 MeV de energia, uma partícula gama e 1,17 MeV de energia, e uma partícula gama e 1,33 MeV de energia até estabilizar (quanto maior a perda de energia, maior a estabilização).

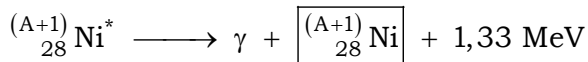
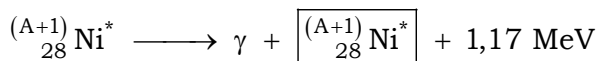
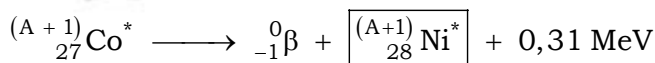


$$A + 1 = 0 + y$$

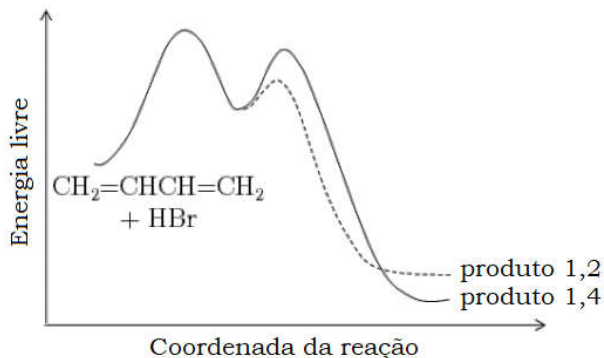
$$y = A + 1$$

$$27 = -1 + x \Rightarrow x = 28 \text{ (níquel)}$$

Então:



Questão 58. A reação de adição nucleofílica de dienos conjugados pode levar à formação de produtos 1,2 substituídos ou 1,4-substituídos, dependendo das condições de temperatura e da estrutura do reagente. A figura mostra o diagrama de energia em função da coordenada de reação para a adição de HBr a 1,3-butadieno. Com base nessa figura, sejam feitas as seguintes afirmações:



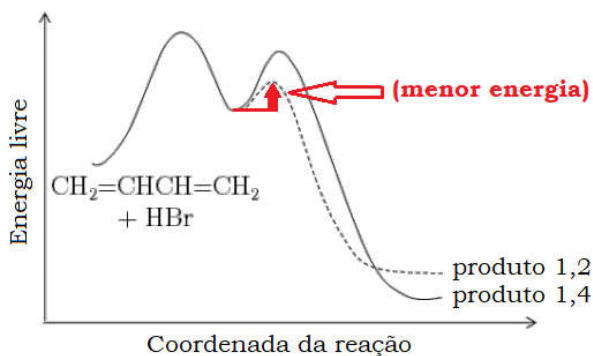
- I. O produto 1,2 deve se formar mais rapidamente que o produto 1,4.
- II. O produto 1,4 é termodinamicamente mais estável que o produto 1,2.
- III. Independentemente da temperatura da reação, há a formação de um intermediário comum a partir do qual os produtos são formados.
- IV. Se a temperatura for suficiente para fornecer energia aos reagentes e intermediários para formar os produtos, mas não for suficiente para reverter produtos em intermediários, o produto 1,2 será formado majoritariamente.

Das afirmações acima, está(ão) CORRETA(S)

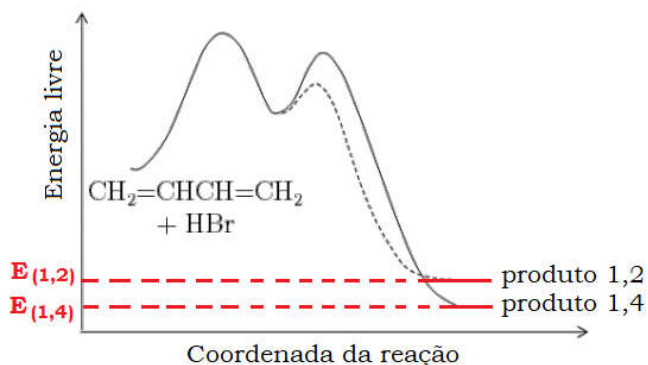
- A () apenas I e II.
- B () apenas I e IV.
- C () apenas II, III e IV.
- D () apenas III.
- E () todas.

Resolução: alternativa E

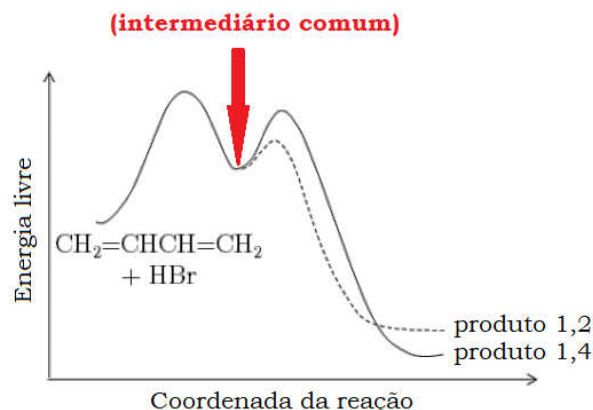
I. Correta. A curva referente ao produto 1,2 possui menor energia de ativação, logo o produto 1,2 deve se formar mais rapidamente do que o produto 1,4.



II. Correta. O produto 1,4 possui menor quantidade de energia (de acordo com o gráfico), logo é termodinamicamente mais estável que o produto 1,2.



III. Correta. Independentemente da temperatura da reação, há a formação de um intermediário comum a partir do qual os produtos são formados (“vide entre as duas corcovas”).



IV. Correta. Como a energia de ativação para a formação do produto 1,2 é menor do que a energia de ativação para a formação do produto 1,4, se a temperatura for suficiente para fornecer energia aos reagentes e intermediários para formar os produtos, mas não for suficiente para reverter produtos em intermediários, o produto 1,2 será formado majoritariamente e mais rapidamente, justamente por requerer menor quantidade de energia.

Questão 59. A espectroscopia de massa é um dos métodos instrumentais utilizados para determinar a fórmula molecular de um composto. Essa mesma técnica é utilizada para determinar as massas dos isótopos e suas abundâncias percentuais. Sabe-se que o átomo de bromo tem dois isótopos estáveis com massas atômicas iguais a 79 e 81 u.m.a., e abundâncias iguais a 50,7 e 49,3 %, respectivamente. O espectro de massas (abundância em função da relação carga/massa) do Br₂ tem seus três picos mais intensos atribuídos aos diferentes arranjos isotópicos do Br₂. Baseado nessas informações, a razão entre as intensidades relativas dos picos dos isótopos do Br₂, em ordem crescente de massa atômica, é aproximadamente

- A () 1:1:1.
- B () 1:1:2.
- C () 1:2:1.
- D () 1:2:2.
- E () 1:2:3.

Resolução: alternativa C

⁷⁹Br : probabilidade relativa de ocorrência de 50,7%.

⁸¹Br : probabilidade relativa de ocorrência de 49,3%.

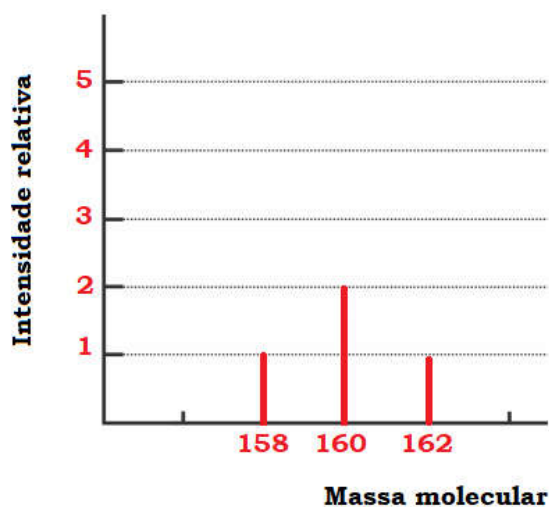
| Arranjos para Br ₂ | Massa molecular | Porcentagem do isótopo de bromo – 79 |
|-------------------------------------|-----------------|---|
| ⁷⁹ Br — ⁷⁹ Br | 158 | 100% ⇒ $\frac{100\%}{50,7\%} = 1,972 \approx 2$ |
| ⁷⁹ Br — ⁸¹ Br | 160 | 50,7% ⇒ $\frac{50,7\%}{50,7\%} = 1,000$ |
| ⁸¹ Br — ⁷⁹ Br | 160 | 50,7% ⇒ $\frac{50,7\%}{50,7\%} = 1,000$ |
| ⁸¹ Br — ⁸¹ Br | 162 | 0% ⇒ $\frac{0}{50,7\%} = 0$ |

| Arranjos para Br ₂ | Massa molecular | Porcentagem do isótopo de bromo – 81 |
|-------------------------------------|-----------------|---|
| ⁷⁹ Br — ⁷⁹ Br | 158 | 0% ⇒ $\frac{0}{49,3\%} = 0$ |
| ⁷⁹ Br — ⁸¹ Br | 160 | 49,3% ⇒ $\frac{49,3\%}{49,3\%} = 1,000$ |
| ⁸¹ Br — ⁷⁹ Br | 160 | 49,3% ⇒ $\frac{49,3\%}{49,3\%} = 1,000$ |
| ⁸¹ Br — ⁸¹ Br | 162 | 100% ⇒ $\frac{100\%}{49,3\%} = 2,084 \approx 2$ |

Em ordem crescente de massa atômica :

| Arranjos para Br ₂ | Massa molecular | Intensidade relativa |
|-------------------------------------|-----------------|---|
| ⁷⁹ Br — ⁷⁹ Br | 158 | 2 + 0 = 2 } $\frac{2}{2} \Rightarrow \boxed{1}$ |
| ⁷⁹ Br — ⁸¹ Br | 160 | 1 + 1 = 2 } $\frac{4}{2} \Rightarrow \boxed{2}$ |
| ⁸¹ Br — ⁷⁹ Br | 160 | |
| ⁸¹ Br — ⁸¹ Br | 162 | 0 + 2 = 2 } $\frac{2}{2} \Rightarrow \boxed{1}$ |

Teremos:



Questão 60. Uma amostra de gás contém 80 % de metano, 10 % de etano, 5 % de propano e 5 % de nitrogênio, em volume. Considerando que todos os átomos de carbono na amostra de gás são convertidos em butadieno com 100 % de rendimento, assinale a opção que apresenta a massa de butadieno obtido a partir de 100 g do gás.

- A** () 50 g **B** () 60 g **C** () 70 g **D** () 80 g **E** () 90 g

Resolução: alternativa D

Metano (CH₄ = 16) ⇒ 80 % em volume

Etano (C₂H₆ = 30) ⇒ 10 % em volume

Propano (C₃H₈ = 44) ⇒ 5 % em volume

Nitrogênio (N₂ = 28) ⇒ 5 % em volume

$$m_{\text{total}} = 100 \text{ g}$$

$$M_{\text{média}} = 0,80 \times 16 + 0,10 \times 30 + 0,05 \times 44 + 0,05 \times 28 = 19,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{\text{total}} = \frac{m_{\text{total}}}{M_{\text{média}}} = \frac{100 \text{ g}}{19,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5,1546 \text{ mol}$$

$$\frac{V_{\text{gás}}}{V_{\text{total}}} = \frac{n_{\text{gás}}}{n_{\text{total}}}$$

$$\% \text{ Volume} = \frac{n_{\text{gás}}}{n_{\text{total}}} \Rightarrow n_{\text{gás}} = (\% \text{ Volume}) \times n_{\text{total}}$$

$$n_{(\text{C}_1\text{H}_4)} = 0,80 \times n_{\text{total}} \Rightarrow n_{\text{C}} = \boxed{1} \times 0,80 \times 5,1546 \text{ mol} = 4,12368 \text{ mol}$$

$$n_{(\text{C}_2\text{H}_6)} = 0,10 \times n_{\text{total}} \Rightarrow n_{\text{C}} = \boxed{2} \times 0,10 \times 5,1546 \text{ mol} = 1,03092 \text{ mol}$$

$$n_{(\text{C}_3\text{H}_8)} = 0,05 \times n_{\text{total}} \Rightarrow n_{\text{C}} = \boxed{3} \times 0,05 \times 5,1546 \text{ mol} = 0,77319 \text{ mol}$$

$$n_{(\text{N}_2)} = 0,05 \times n_{\text{total}} \Rightarrow n_{\text{C}} = \boxed{0} \times 0,05 \times 5,1546 \text{ mol} = 0,00 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}} = (4,12368 + 1,03092 + 0,77319) \text{ mol} = 5,92779 \text{ mol}$$

$$\text{Butadieno (C}_4\text{H}_6) = 54$$

$$4 \text{ mol C} \text{ ————— } 54 \text{ g de butadieno}$$

$$5,92779 \text{ mol C} \text{ ————— } m_{(\text{C}_4\text{H}_6)}$$

$$m_{(\text{C}_4\text{H}_6)} = \frac{5,92779 \text{ mol C} \times 54 \text{ g}}{4 \text{ mol C}} = 80,025165 \text{ g}$$

$$m_{(\text{C}_4\text{H}_6)} = 80 \text{ g}$$

SEGUNDA FASE

QUÍMICA

CONSTANTES

$$\text{Constante de Avogadro (N}_A) = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{Constante de Faraday (F)} = 9,65 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{Volume molar de gás ideal} = 22,4 \text{ L (CNTP)}$$

$$\text{Carga elementar} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Constante dos gases (R)} = 8,21 \times 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{Constante gravitacional (g)} = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$\text{Constante de Planck (h)} = 6,63 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{Velocidade da luz no vácuo} = 3,0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{Número de Euler (e)} = 2,72$$

DEFINIÇÕES

Pressão de 1 atm = 760 mmHg = 1,01325 N.m⁻² = 760 Torr = 1,01325 bar

Energia: 1 J = 1 N.m = 1 kg.m².s⁻² = 6,24 × 10¹⁸ eV

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP): 0°C e 760 mmHg

Condições ambientes: 25°C e 1 atm

Condições padrão: 1 bar; concentração das soluções = 1 mol.L⁻¹ (rigorosamente: atividade unitária das espécies); sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) = sólido. (l) = líquido. (g) = gás. (aq) = aquoso. (conc) = concentrado. (ua) = unidades arbitrárias.

u.m.a. = unidade de massa atômica. [X] = concentração da espécie química X em mol L⁻¹.

ln X = 2,3 log X

MASSAS MOLARES

| Elemento Químico | Número Atômico | Massa Molar (g. mol ⁻¹) |
|------------------|----------------|-------------------------------------|
| H | 1 | 1,01 |
| Be | 4 | 9,01 |
| C | 6 | 12,01 |
| N | 7 | 14,01 |
| O | 8 | 16,00 |
| Na | 11 | 22,99 |
| Cl | 16 | 35,45 |

| Elemento Químico | Número Atômico | Massa Molar (g. mol ⁻¹) |
|------------------|----------------|-------------------------------------|
| K | 19 | 39,10 |
| Ca | 20 | 40,08 |
| Mn | 25 | 54,94 |
| Se | 34 | 78,96 |
| I | 53 | 126,90 |
| Ba | 56 | 137,33 |

AS QUESTÕES NUMÉRICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS SEQUENCIALMENTE ATÉ O FINAL.

Questão 1. Considere reações de combustão do etanol.

a) Escreva a equação química balanceada para a reação com oxigênio puro.

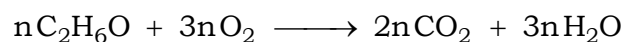
b) Escreva a equação química balanceada para a reação com ar atmosférico.

c) Escreva a equação química balanceada para a reação com 50 % da quantidade estequiométrica de ar atmosférico.

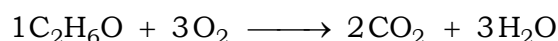
d) Classifique as reações dos itens **a)**, **b)** e **c)** em ordem crescente de variação de entalpia reacional.

Resolução:

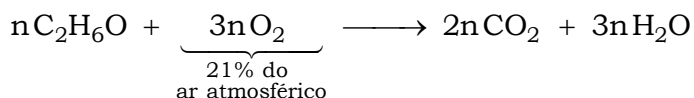
a) Equação química balanceada para a reação de combustão de etanol com oxigênio puro:



$$n = 1$$



b) A composição química aproximada do ar atmosférico é de 21 % de gás oxigênio e 78 % de gás nitrogênio. O gás nitrogênio não sofre combustão, então, deve-se levar em conta apenas a porcentagem de gás oxigênio na reação de combustão:

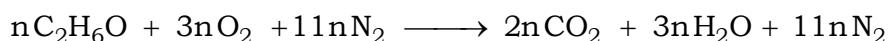


$3n$ ——— 21% do ar atmosférico

$n\text{N}_2$ ——— 78% do ar atmosférico

$$n\text{N}_2 = \frac{3n \times 78\%}{21\%} = 11,142857n \approx 11n$$

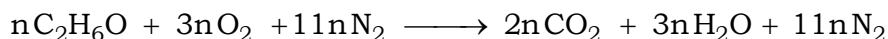
Então :



$n = 1$



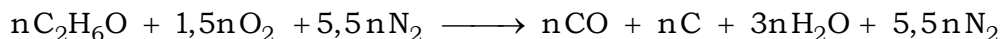
c) Equação química balanceada para a reação com 50 % da quantidade estequiométrica de ar atmosférico, ou seja, com uma deficiência de 50 % de ar estequiométrico:



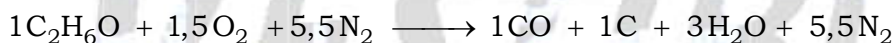
$$\text{Para o O}_2 : 3n - \frac{50}{100} \times 3n = 1,5n$$

$$\text{Para o N}_2 : 11n - \frac{50}{100} \times 11n = 5,5n$$

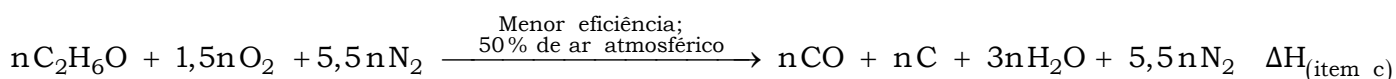
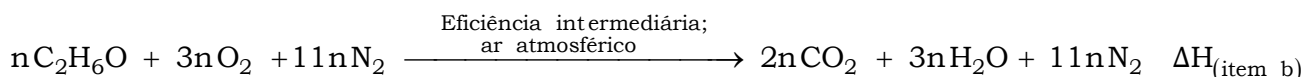
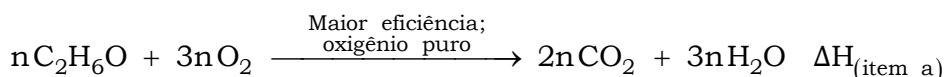
Neste caso ocorrerá a formação de monóxido de carbono (CO) e fuligem (C):



$n = 1$



d) Quanto menor a quantidade de oxigênio disponível, menor a eficiência do processo e, conseqüentemente, menor a quantidade de calor liberada (reações exotérmicas).



Conclusão: $\Delta H_{(\text{item a})} < \Delta H_{(\text{item b})} < \Delta H_{(\text{item c})}$.

Questão 2. Uma determinada quantidade de um composto A foi misturada a uma quantidade molar três vezes maior de um composto B, ou seja, A + 3B. Essa mistura foi submetida a dois experimentos de combustão (I e II) separadamente, observando-se:

I. A combustão dessa mistura A + 3B liberou 550 kJ de energia.

II. A combustão dessa mistura A + 3B, adicionada de um composto C em quantidade correspondente a 25 % em mol do total da nova mistura, liberou 814 kJ de energia.

Considerando que os compostos A, B e C não reagem entre si, determine os valores numéricos

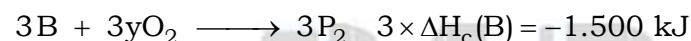
a) da quantidade, em mol, de A, B e C.

b) do calor de combustão, em kJ mol⁻¹, do composto C, ΔH_c(C).

Dados: ΔH_c(A) = - 700 kJ mol⁻¹; ΔH_c(B) = - 500 kJ mol⁻¹.

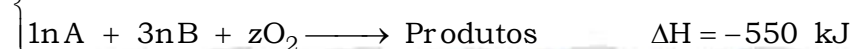
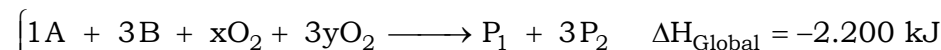
Resolução:

a) Supondo-se a equação $1nA + 3nB + zO_2 \longrightarrow \text{Produtos} \quad \Delta H = -550 \text{ kJ}$, vem:



$$\Delta H_{\text{Global}} = \Delta H_c(A) + 3 \times \Delta H_c(B)$$

$$\Delta H_{\text{Global}} = -700 + (-1.500) = -2.200 \text{ kJ}$$



$$\left\{ \begin{array}{l} (1A + 3B) \longrightarrow 2.200 \text{ kJ liberados} \\ (1nA + 3nB) \longrightarrow 550 \text{ kJ liberados} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (1A + 3B) \longrightarrow 2.200 \text{ kJ liberados} \\ n(1A + 3B) \longrightarrow 550 \text{ kJ liberados} \end{array} \right.$$

$$\frac{(1A + 3B)}{n(1A + 3B)} = \frac{2.200 \text{ kJ}}{550 \text{ kJ}} \Rightarrow \frac{1}{n} = 4$$

$$n = \frac{1}{4} = 0,25$$

Então :

$$A : 1n \text{ mol} = 0,25 \text{ mol}$$

$$\boxed{n_A = 0,25 \text{ mol}}$$

$$B : 3n \text{ mol} = 3 \times 0,25 \text{ mol} = 0,75 \text{ mol}$$

$$\boxed{n_B = 0,75 \text{ mol}}$$

C corresponde a 25% em mol da nova mistura :

$(0,25 \text{ mol} + 0,75 \text{ mol} + n_C)$ ——— 100% da mistura

n_C ——— 25% da mistura

$$\frac{1 + n_C}{n_C} = \frac{100}{25}$$

$$100n_C = 25(1 + n_C)$$

$$100n_C = 25 + 25n_C$$

$$75n_C = 25 \Rightarrow n_C = \frac{25}{75} = \frac{1}{3} = 0,3333333$$

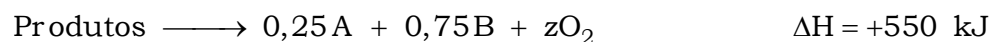
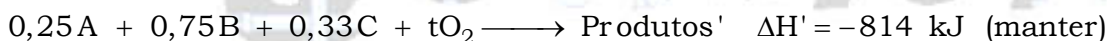
$$\boxed{n_C \approx 0,33 \text{ mol}}$$

b) A nova mistura, liberou 814 kJ de energia, então:

$$n_A = 0,25 \text{ mol}$$

$$n_B = 0,75 \text{ mol}$$

$$n_C \approx 0,33 \text{ mol}$$



$$\Delta H'' = -264 \text{ kJ}$$

$$0,33 \text{ mol de C} \longrightarrow -264 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ mol de C} \longrightarrow \Delta H_c(C)$$

$$\Delta H_c(C) = \frac{1 \text{ mol} \times (-264 \text{ kJ})}{0,33 \text{ mol}} \approx -800 \text{ kJ}$$

$$\boxed{\Delta H_c(C) \approx -800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

Questão 3. Considere uma porção de uma solução aquosa de um eletrólito genérico AB, em formato de um cilindro de 2 cm de diâmetro e 314 cm de comprimento, cuja concentração seja de $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$. Sabendo que a resistência elétrica dessa porção é de $1,0 \times 10^4 \text{ ohm}$, calcule a sua condutividade molar em $\text{S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$.

Resolução:

A fórmula que relaciona a resistência elétrica (R; ohm), condutividade (C; $\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$), comprimento (ℓ ; cm) e área (A; cm^2) é dada por:

$$R \times C = \frac{\ell}{A}$$

$$d = 2 \text{ cm (diâmetro)}$$

$$\pi = 3,14$$

$$A = \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \Rightarrow R \times C = \frac{\ell}{\pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

$$C = \frac{\ell}{R \times \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

$$C = \frac{314 \text{ cm}}{1,0 \times 10^4 \text{ ohm} \times 3,14 \times \left(\frac{2 \text{ cm}}{2}\right)^2}$$

$$C = 10^2 \times 10^{-4} \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

$$C = 10^{-2} \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

$$\text{ohm}^{-1} = \text{S (Siemens)} \Rightarrow C = 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$$

$$[\text{AB}] = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{AB}] = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \left(10^3 \text{ cm}^3\right)^{-1} = 10^{-2} \text{ mol} \times 10^{-3} \times \text{cm}^{-3}$$

$$[\text{AB}] = 10^{-2} \times \text{cm}^{-1} \times \text{cm}^{-2} \text{ mol} \times 10^{-3} \times \frac{\text{S}}{\text{S}} = \underbrace{10^{-2} \times \text{S} \cdot \text{cm}^{-1}}_C \times \text{cm}^{-2} \times \text{mol} \times 10^{-3} \times \text{S}^{-1}$$

$$[\text{AB}] = C \times \text{cm}^{-2} \times \text{mol} \times 10^{-3} \times \text{S}^{-1}$$

$$\text{Condutividade molar} = \frac{C}{[\text{AB}]}$$

$$\text{Condutividade molar} = \frac{1}{\text{cm}^{-2} \times \text{mol} \times 10^{-3} \times \text{S}^{-1}}$$

$$\boxed{\text{Condutividade molar} = 1,0 \times 10^3 \text{ S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}}$$

Questão 4. Uma solução aquosa de água oxigenada a 3 % (v/v) foi adicionada a soluções aquosas ácidas em dois experimentos diferentes. Foram observados:

I. No primeiro experimento: a adição a uma solução aquosa ácida de permanganato de potássio resultou na perda da coloração da solução, tornando-a incolor.

II. No segundo experimento: a adição a uma solução aquosa ácida de iodeto de potássio inicialmente incolor resultou em uma solução de coloração castanha.

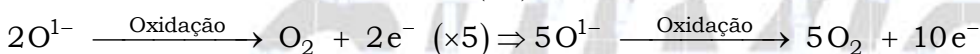
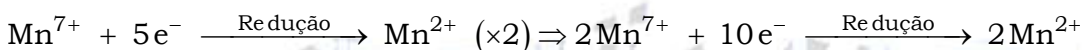
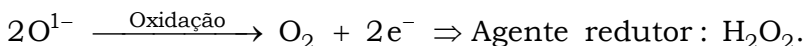
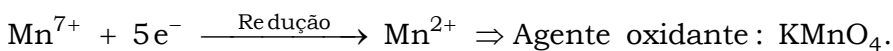
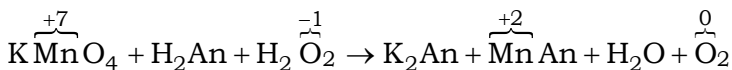
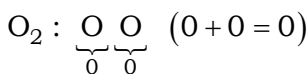
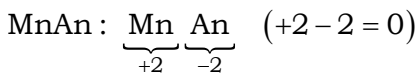
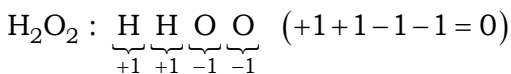
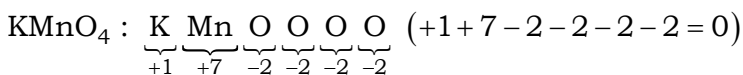
Com base nas observações experimentais, escreva as reações químicas balanceadas para cada experimento e indique os agentes oxidantes e redutores em cada caso, quando houver.

Resolução:

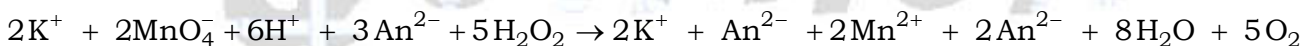
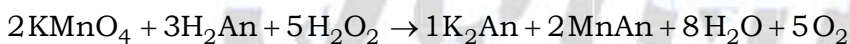
Primeiro experimento: adição de uma solução aquosa de água oxigenada a 3 % (v/v) a uma solução aquosa ácida de permanganato de potássio que resultou na perda da coloração da solução, tornando-a incolor.

Generalizando (sem balancear): $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{An} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{An} + \text{MnAn} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$.

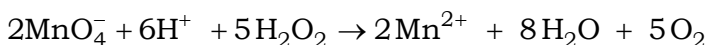
An: ânion bivalente



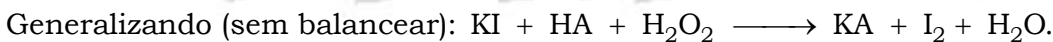
Finalizando por tentativas, vem:



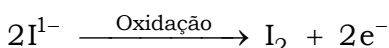
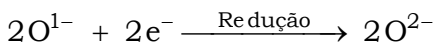
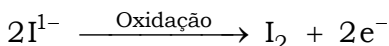
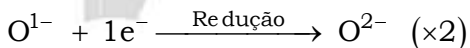
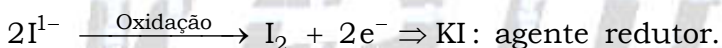
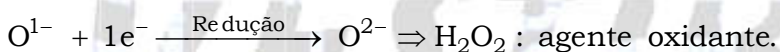
Equação:



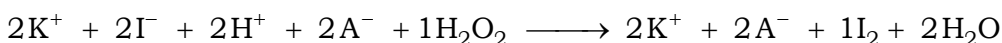
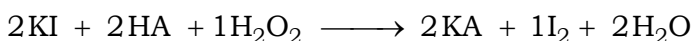
Segundo experimento: adição de uma solução aquosa de água oxigenada a 3 % (v/v) a uma solução aquosa ácida de iodeto de potássio inicialmente incolor que resultou em uma solução de coloração castanha.



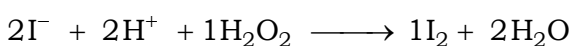
A: ânion monovalente.



Finalizando por tentativas, vem:



Equação:



Questão 5. Classifique cada uma das substâncias abaixo como óxidos ácido, básico ou anfótero.

- a) SeO_2
- b) N_2O_3
- c) K_2O
- d) BeO
- e) BaO

Resolução:

Observações genéricas (sem levar em conta possíveis exceções):

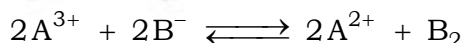
Óxidos ácidos reagem com água e bases.

Óxidos básicos reagem com água e ácidos.

Óxidos anfóteros não reagem com água, porém podem reagir com ácidos e/ou bases.

- a) SeO_2 : óxido ácido (grupo 16 ou família VIA).
- b) N_2O_3 : óxido ácido (grupo 15 ou família VA).
- c) K_2O : óxido básico (grupo 1 ou família IA).
- d) BeO : óxido anfótero (Berílio (Be) tem o comportamento semelhante ao do alumínio (Al)).
- e) BaO : óxido básico (grupo 2 ou família IIA).

Questão 6. Considere a seguinte reação genérica, nas condições padrão e a 25 °C:



Determine a constante de equilíbrio dessa reação a 25 °C, sabendo que os valores dos potenciais de eletrodo padrão de semicélula das espécies envolvidas são iguais a + 0,15 V e - 0,15 V.

Resolução:

Comentário:

A ddp de uma pilha pode mudar se alterarmos a quantidade de soluto nas cubas eletrolíticas, ou seja, se alterarmos as concentrações molares das soluções eletrolíticas.

Existe uma equação matemática, denominada equação de Nernst que relaciona a ddp com as concentrações molares das soluções.

A equação de Nernst é dada por:

$$\Delta E = \Delta E^0 - \frac{0,059}{n} \log Q$$

Na qual:

ΔE = ddp da pilha (25 °C; solução de qualquer concentração molar).

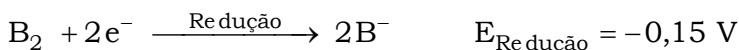
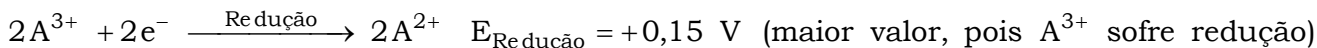
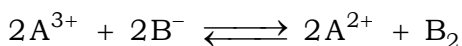
ΔE^0 = ddp da pilha (25 °C; solução de concentração 1 molar ou 1 mol/L).

0,059 = valor constante a 25° C, se a temperatura mudar este valor sofrerá alteração.

n = número de mols de elétrons transferidos durante o processo eletroquímico.

Q = quociente entre concentrações que sofrem alteração durante o funcionamento da pilha.

Tomando a redução como padrão, vem:



$$\Delta E^0 = E_{\text{maior}} - E_{\text{menor}}$$

$$\Delta E^0 = +0,15 \text{ V} - (-0,15 \text{ V})$$

$$\Delta E^0 = +0,30 \text{ V}$$

Utilizando a equação de Nernst:

$$\Delta E = \Delta E^0 - \frac{0,059}{n} \log Q$$

$$\Delta E = 0 \text{ (o sistema está em equilíbrio)}$$

$$n = 2$$

$$Q = K \text{ (constante de equilíbrio)}$$

$$0 = +0,30 - \frac{0,059}{2} \log K$$

$$\frac{0,059}{2} \log K = +0,30$$

$$\log K = \frac{+0,30}{\left(\frac{0,059}{2}\right)}$$

$$\log K = \frac{+0,60}{0,059}$$

$$\log K = 10,169491 \approx 10,17$$

$$K \approx 10^{10,17}$$

Questão 7. Uma solução comercial de HCl é vendida com 37 % (em massa) de HCl em água. A densidade dessa solução de HCl é de $1,15 \text{ g cm}^{-3}$.

- a) Considerando que o HCl se dissocia completamente, determine o pH dessa solução comercial.
 b) O valor do pH determinado no item a) possui significado físico? Justifique.

Resolução:

- a) Considerando que o HCl se dissocia completamente, vem:

$\mathfrak{M}_{\text{HCl}}$: concentração molar do HCl

$$M_{\text{HCl}} = (1 \times 1 + 1 \times 35,45) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 36,45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (massa molar)}$$

$$\tau = 37\% = 0,37 \text{ (título em massa)}$$

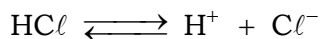
$$d = 1,15 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 1.150 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (densidade)}$$

$$\mathfrak{M}_{\text{HCl}} \times M_{\text{HCl}} = \tau \times d$$

$$\mathfrak{M}_{\text{HCl}} \times 36,45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,37 \times 1.150 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\mathfrak{M}_{\text{HCl}} = \frac{0,37 \times 1.150 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{36,45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 11,673525 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\mathfrak{M}_{\text{HCl}} \approx 11,7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



$$\mathfrak{M}_{\text{HCl}} = \mathfrak{M}_{\text{H}^+} = 11,7 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}^+] = 11,7 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$\boxed{\text{pH} = -\log 11,7} \text{ (Resposta)}$$

$$\text{pH} \approx -1,068 \text{ (utilizando calculadora)}$$

Observação: caso o candidato tenha memorizado os valores de $\log 2$ e $\log 3$, vem:

$$\log 2 \approx 0,30$$

$$\log 3 \approx 0,48$$

$$[\text{H}^+] = 11,7 \text{ mol.L}^{-1} \approx 12 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log 12$$

$$\text{pH} = -\log(3 \times 2^2) = -(\log 3 + 2 \times \log 2)$$

$$\text{pH} = -(0,48 + 2 \times 0,30)$$

$$\text{pH} = -1,08$$

b) Sim. Isto significa que a concentração da solução é superior a 1 mol/L, ou seja, superior a 10^0 mol/L.

Observe:

$$\text{pH} = -1,08$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$-1,08 = -\log[\text{H}^+]$$

$$1,08 = \log[\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{1,08} \text{ mol/L} > 1 \text{ mol/L.}$$

Questão 8. Considere as variações de entalpia de processo abaixo tabeladas.

| Processo | ΔH (kJ mol ⁻¹) |
|--|------------------------------------|
| Ionização do Na ⁰ | 495,8 |
| Energia de ligação Cl—Cl | 242,6 |
| Entalpia de vaporização do Na ⁰ | 97,4 |
| Afinidade eletrônica do Cl | - 349 |
| Entalpia de rede do NaCl | - 787 |

a) Esboce o diagrama de Born-Haber para a formação do NaCl(s) a partir de Na⁰(s) e Cl₂(g) e calcule a variação de entalpia de formação do NaCl(s).

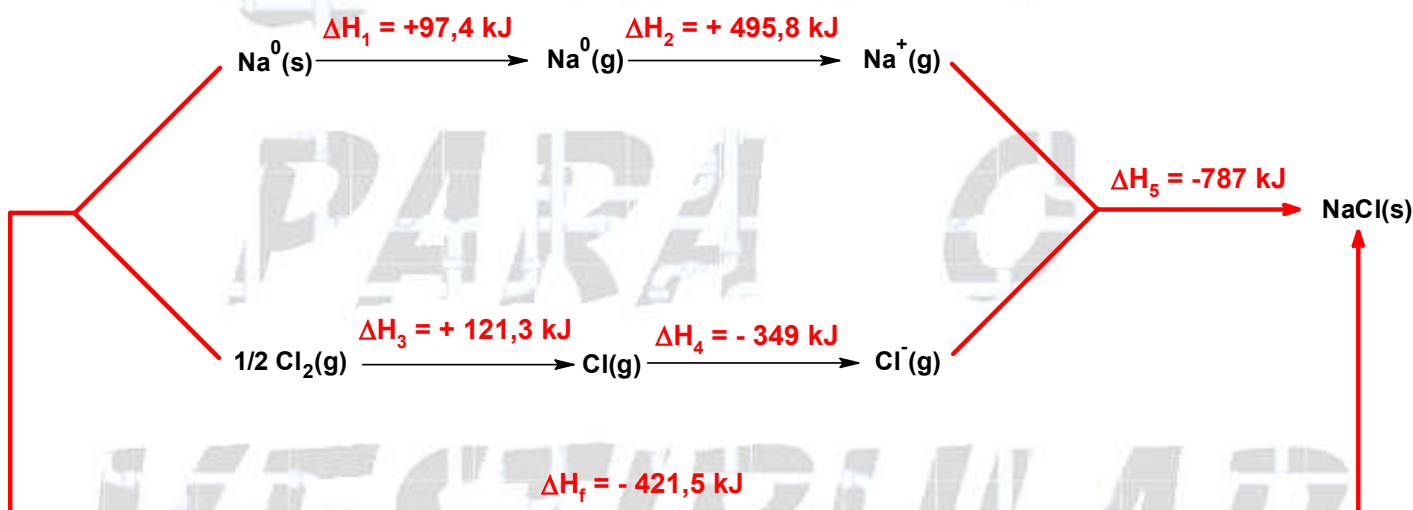
b) Sabe-se que o valor absoluto (em módulo) da entalpia de rede do CaO(s) é maior do que a do NaCl(s). Explique por quê.

Resolução:

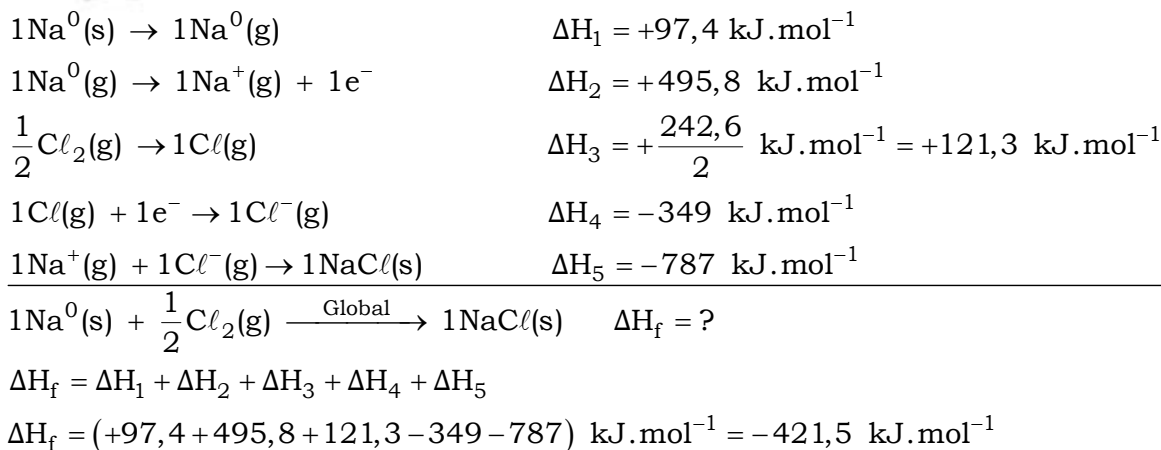
a) Utilizando a tabela fornecida, vem:

| Processo | Equação |
|--|---|
| Entalpia de vaporização do Na ⁰ | $1\text{Na}^0(\text{s}) \rightarrow 1\text{Na}^0(\text{g}) \quad \Delta H_1 = +97,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ |
| Ionização do Na ⁰ | $1\text{Na}^0(\text{g}) \rightarrow 1\text{Na}^+(\text{g}) + 1\text{e}^- \quad \Delta H_2 = +495,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ |
| Energia de ligação Cl—Cl | $\frac{1}{2}\text{Cl}-\text{Cl}(\text{g}) \rightarrow 1\text{Cl}(\text{g}) \quad \Delta H_3 = +\frac{242,6}{2} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +121,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ |
| Afinidade eletrônica do Cl | $1\text{Cl}(\text{g}) + 1\text{e}^- \rightarrow 1\text{Cl}^-(\text{g}) \quad \Delta H_4 = -349 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ |
| Entalpia de rede do NaCl | $1\text{Na}^+(\text{g}) + 1\text{Cl}^-(\text{g}) \rightarrow 1\text{NaCl}(\text{s}) \quad \Delta H_5 = -787 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ |
| Soma das fases | $1\text{Na}^0(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{Global}} 1\text{NaCl}(\text{s}) \quad \Delta H_f = ?$ $\Delta H_f = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5$ $\Delta H_f = (+97,4 + 495,8 + 121,3 - 349 - 787) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\Delta H_f = -421,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ |

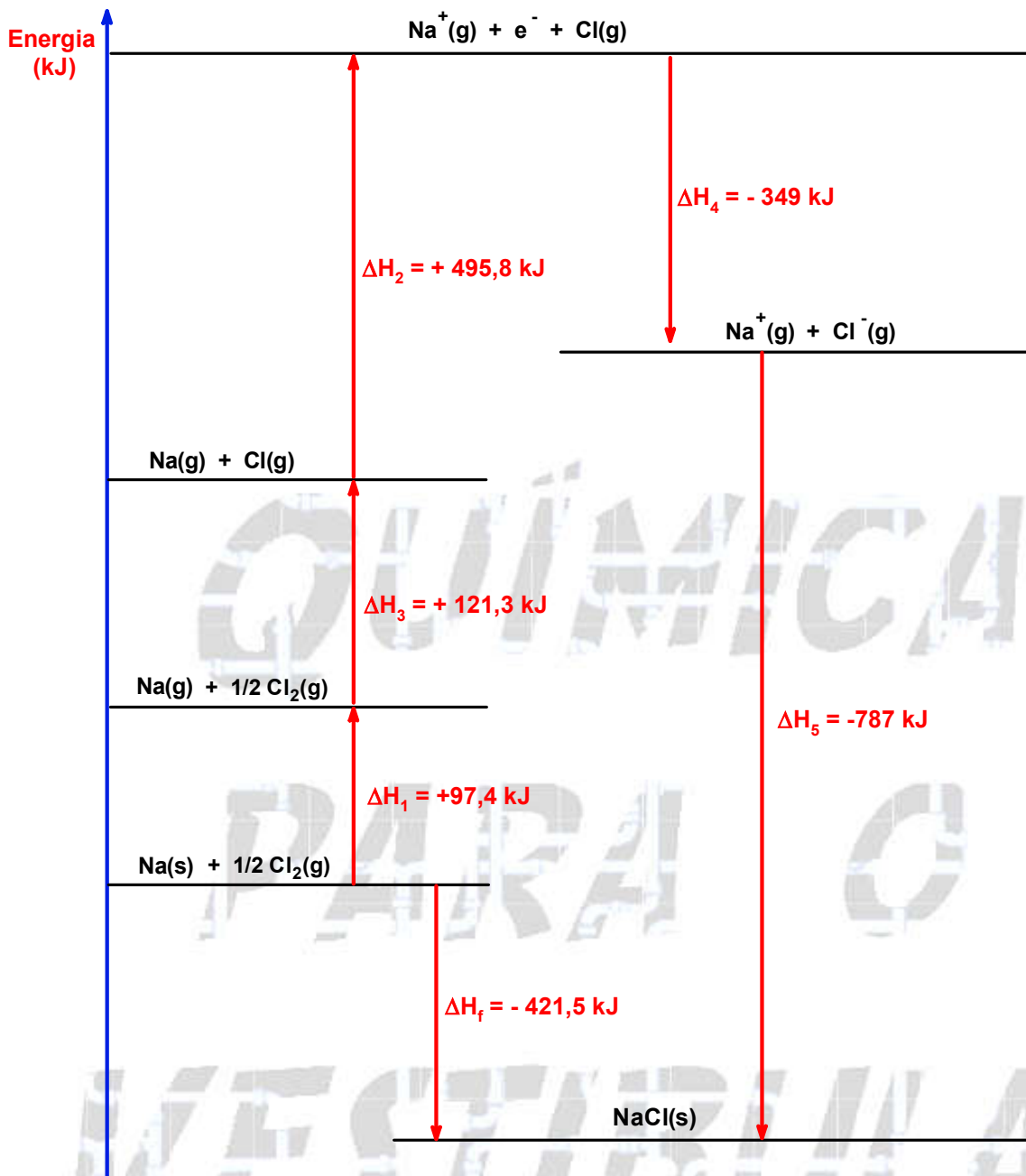
Diagrama ou ciclo de Born-Haber:



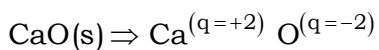
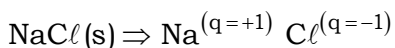
Outro modo de resolução, utilizado por vários autores:



Colocando as informações na forma de um diagrama de entalpia, vem:

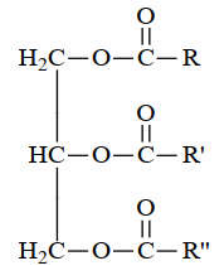


b) Observe as cargas:



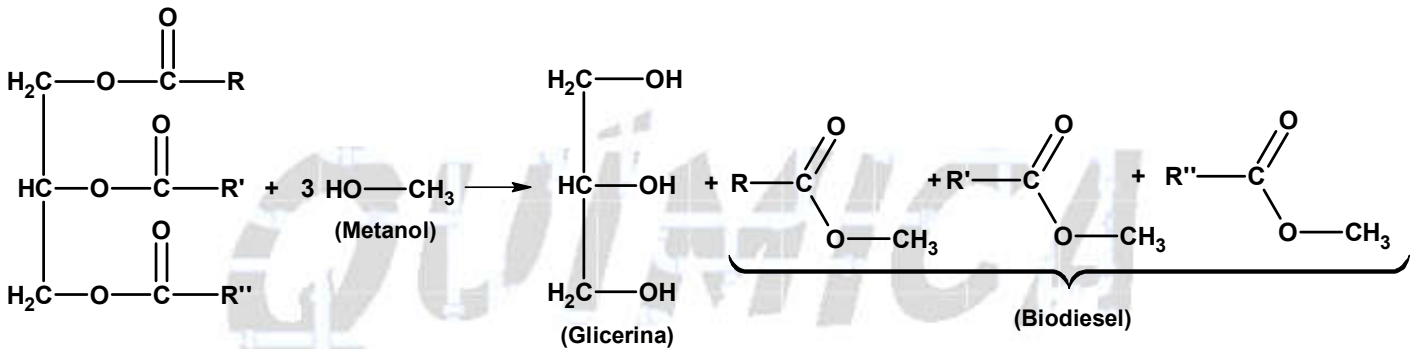
O valor absoluto (em módulo) da entalpia de rede do CaO(s) é maior do que a do NaCl(s), pois as cargas, em módulo, no CaO são maiores (Ca²⁺O²⁻), ou seja, a intensidade da ligação iônica é maior.

Questão 9. A figura ao lado mostra a estrutura básica de um triacilglicerídeo, em que R, R' e R'' representam cadeias carbônicas, saturadas ou insaturadas, com pelo menos oito átomos de carbono. Sabe-se que o triacilglicerídeo pode reagir tanto por transesterificação (reação A) quanto por hidrólise básica (reação B). Em ambos os casos, um produto comum dessas reações pode ser usado na produção de nitroglicerina (reação C). Com base nessas informações, escreva as equações que descrevem as reações A, B e C.

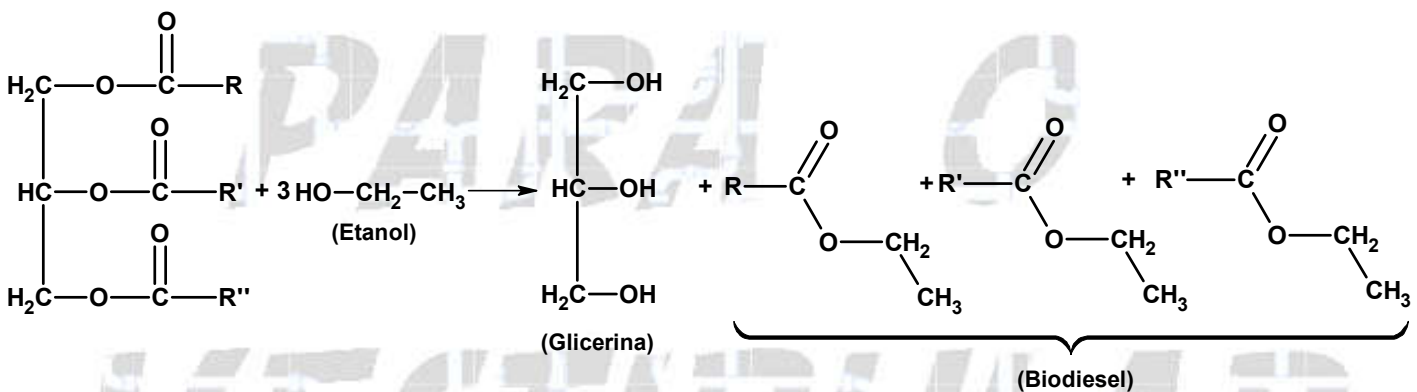


Resolução:

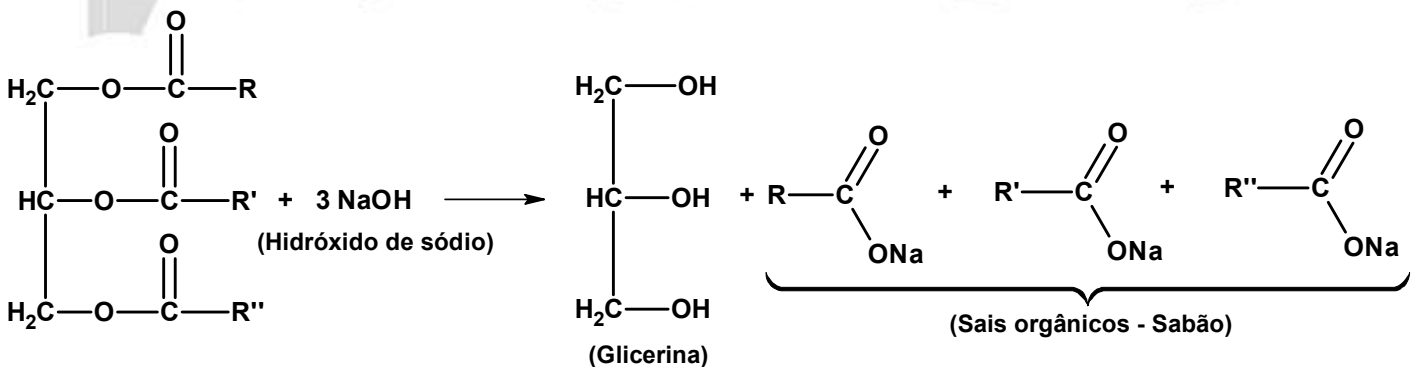
Reação A: transesterificação do triacilglicerídeo. Éster 1 + Álcool 1 \longrightarrow Estér 2 + Álcool 2:



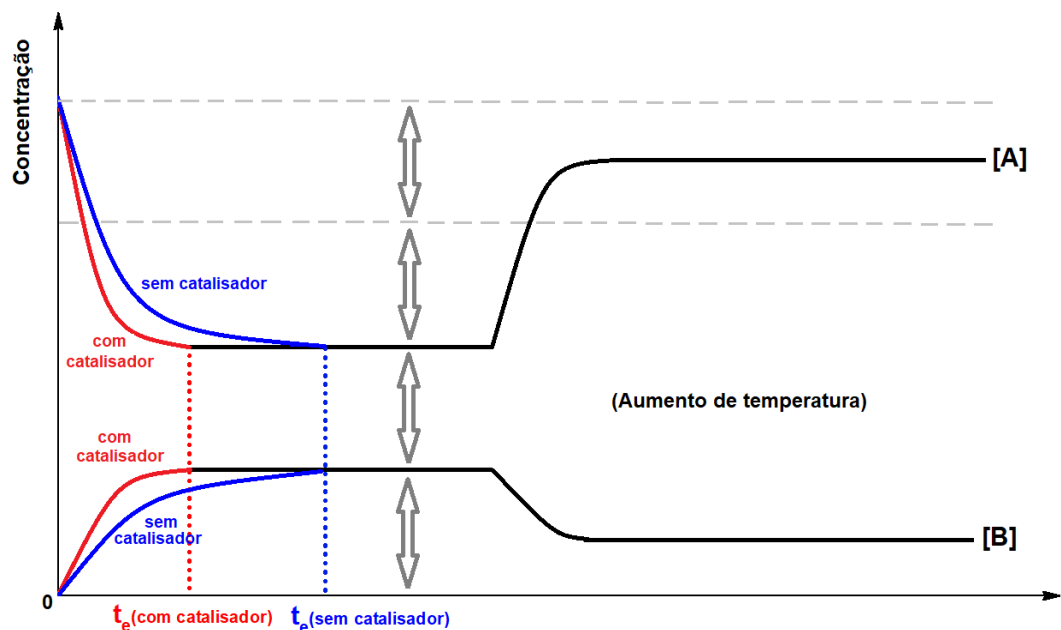
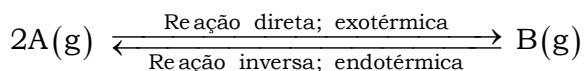
ou



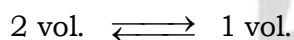
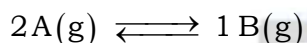
Reação B: hidrólise básica do triacilglicerídeo. Éster + Base forte \longrightarrow Álcool + Sal orgânico:



b) Sabendo que a reação direta é exotérmica, o aumento da temperatura acelera tanto a reação direta, quanto a reação inversa, porém favorece a reação inversa, que é endotérmica.

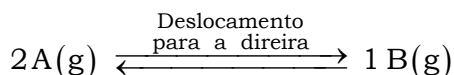


c) Um rápido aumento de pressão favorecerá a reação direta. Observe:

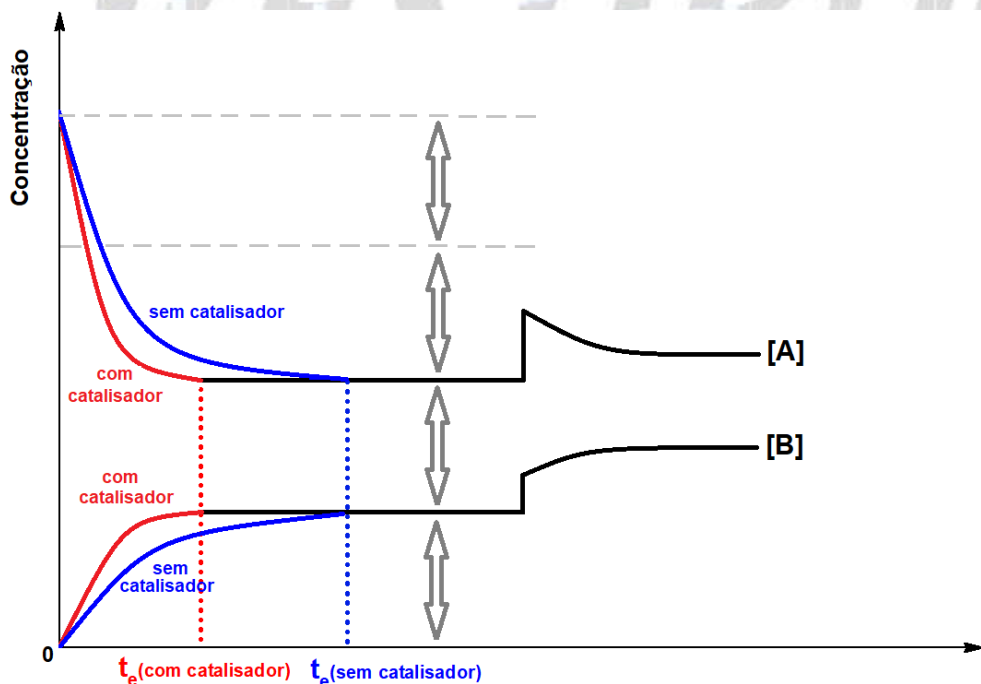


$$P \times V = k$$

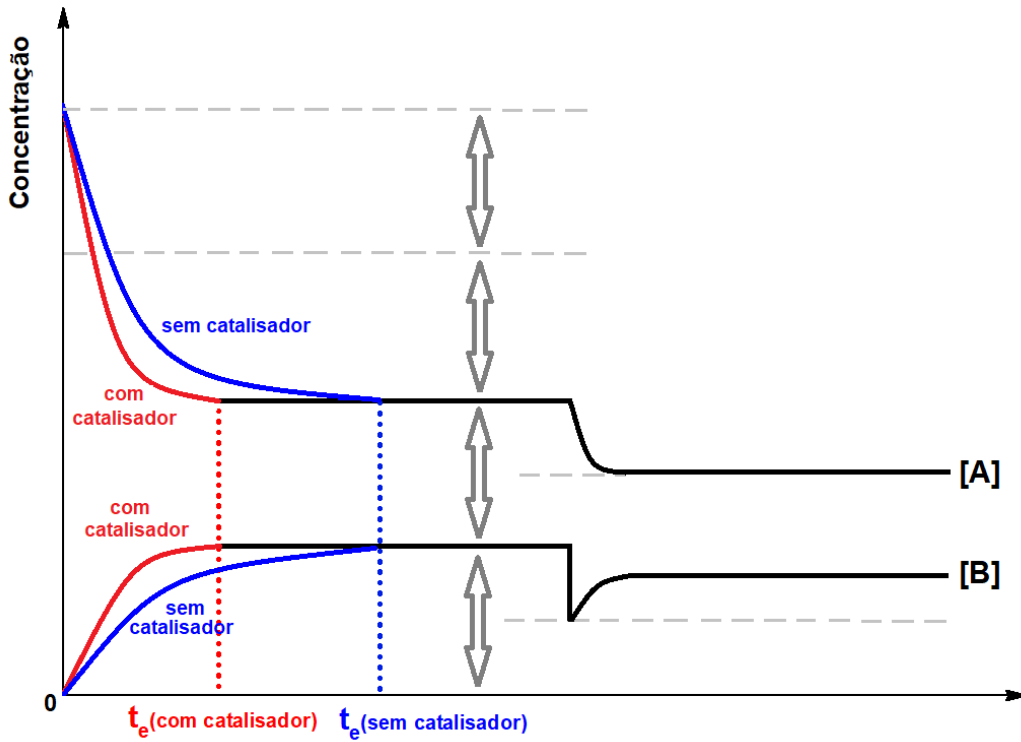
$P \uparrow \times V \downarrow = k \Rightarrow$ Deslocamento no sentido do menor volume.



Então, um novo equilíbrio será atingido.



d) Com a remoção rápida de 50 % do produto B, o equilíbrio será deslocado para a direita e ocorrerá consumo de A até um novo equilíbrio ser alcançado.



PARA O
VESTIBULAR