

QUESTÕES OBJETIVAS

COMISSÃO DE EXAME INTELECTUAL

INSTRUÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA PROVA

1. Você recebeu este **CADERNO DE QUESTÕES** e um **CARTÃO DE RESPOSTAS**.
2. Este caderno de questões possui, além das capas externas, 24 (vinte e quatro) páginas, das quais 22 (vinte e duas) contêm 40 (quarenta) questões objetivas, cada uma com valor igual a 0,25 (zero vírgula vinte e cinco), e 01 (uma) página destinadas ao rascunho. Observe que as respostas deverão ser lançadas no cartão de respostas. Respostas lançadas no caderno de questões não serão consideradas para efeito de correção.
3. Para realizar esta prova, você poderá usar lápis (ou lapiseira), caneta azul ou preta, borracha, apontador, par de esquadros, compasso, régua milimetrada e transferidor.
4. A interpretação das questões faz parte da prova, portanto são vedadas perguntas à Comissão de Aplicação e Fiscalização (CAF).
5. Cada questão objetiva admite uma **única** resposta, que deve ser assinalada no cartão de respostas a **caneta**, no **local correspondente ao número da questão**. O assinalamento de duas respostas para a mesma questão implicará na anulação da questão.
6. Siga atentamente as instruções do cartão de respostas para o preenchimento do mesmo. Cuidado para não errar ao preencher o cartão.
7. O tempo total para a execução da prova é limitado a **4 (quatro) horas**.
8. **Não haverá tempo suplementar para o preenchimento do cartão de respostas.**
9. Não é permitido deixar o local de exame antes de transcorrido o prazo de **1 (uma) hora** de execução de prova.
10. Os 03 (três) últimos candidatos a terminar a prova deverão permanecer em sala para acompanhar a conclusão dos trabalhos da CAF.
11. Leia os enunciados com atenção. Resolva as questões na ordem que mais lhe convier.
12. Não é permitido destacar quaisquer das folhas que compõem este caderno.
13. Aguarde o aviso para iniciar a prova. Ao terminá-la, avise o fiscal e aguarde-o no seu lugar.

Questão 31 – Valor: 0,25

Considere que a superfície da Lua seja bombardeada a cada segundo por cerca de 100 bilhões de átomos de hidrogênio por cm^2 em função da ação do “vento solar”. Supondo que esse fluxo se mantenha constante, a massa aproximada de hidrogênio, que atingirá 1 cm^2 da Lua nos próximos 5 milhões de anos será:

(Dado : $N_A = 6,0 \times 10^{23}$)

- (A) 16 g
- (B) 26 g
- (C) 32 g
- (D) 40 g
- (E) 48 g

Resolução: alternativa B

5 milhões de anos = 5×10^6 anos = $5 \times 10^6 \times 365$ dias = $5 \times 10^6 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60$ s

A cada segundo (s), por cm^2 : 100 bilhões de átomos de hidrogênio = 100×10^9 átomos de H

$6,0 \times 10^{23}$ átomos de H ——— 1 g

100×10^9 átomos de H ——— m_H

$$m_H = \frac{100 \times 10^9 \text{ átomos de H} \times 1 \text{ g}}{6,0 \times 10^{23} \text{ átomos de H}}$$

$$m_H = \frac{1}{6} \times 10^{-12} \text{ g}$$

$$\frac{1}{6} \times 10^{-12} \text{ g de H} \text{ ——— } 1 \text{ s}$$

$$m'_H \text{ ——— } 5 \times 10^6 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s}$$

$$m'_H = \frac{\left(\frac{1}{6} \times 10^{-12} \text{ g}\right) \times 5 \times 10^6 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s}}{1 \text{ s}}$$

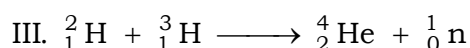
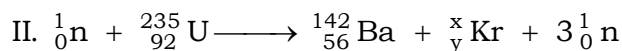
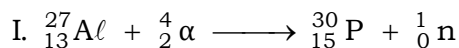
$$m'_H = 26280000 \times 10^{-6} \text{ g}$$

$$m'_H = 26,28 \text{ g}$$

$$m'_H = 26 \text{ g}$$

Questão 32 – Valor: 0,25

A respeito das reações abaixo:

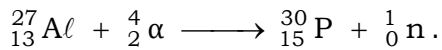


Assinale a alternativa **INCORRETA**.

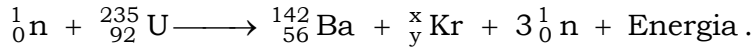
- (A) A reação I é uma reação de transmutação artificial.
- (B) A reação II é uma reação de fissão nuclear.
- (C) A reação III é uma reação de fusão nuclear.
- (D) O número de nêutrons do criptônio da reação II é 55.
- (E) A massa atômica do criptônio da reação II é 93.

Resolução: alternativa E

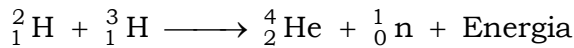
(A) Correta. A reação I é uma reação de transmutação artificial na qual o alumínio é transformado em fósforo.



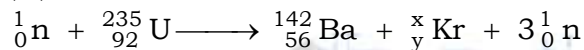
(B) Correta. A reação II é uma reação de fissão nuclear, na qual o urânio é bombardeado por nêutrons liberando uma imensa quantidade de energia.



(C) Correta. A reação III é uma reação de fusão nuclear na qual dois isótopos do hidrogênio “se fundem” formando hélio.



(D) Correta. O número de nêutrons do criptônio da reação II é 55.

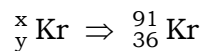


$$1 + 235 = 142 + x + 3 \times 1$$

$$x = 91$$

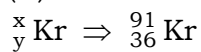
$$0 + 92 = 56 + y + 3 \times 0$$

$$y = 36$$



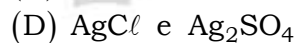
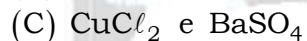
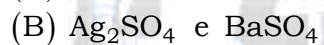
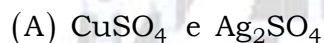
$$\text{Número de nêutrons} = 91 - 36 = 55.$$

(E) Incorreta. A massa atômica do criptônio da reação II é 91.



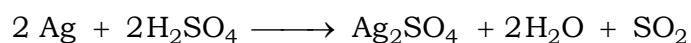
Questão 33 – Valor: 0,25

Uma liga de cobre e prata, isenta de impurezas, é colocada em um recipiente contendo uma solução de ácido sulfúrico e água bromada, de modo que o gás que se desprende durante a reação é integralmente absorvido pela água bromada. Após a dissolução completa da liga, adiciona-se uma solução aquosa de BaCl_2 . Findo o procedimento, observa-se um precipitado que deve ser composto predominantemente por:

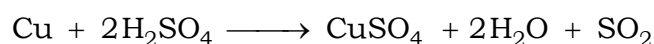


Resolução: alternativa B

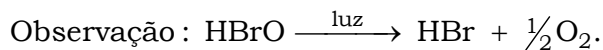
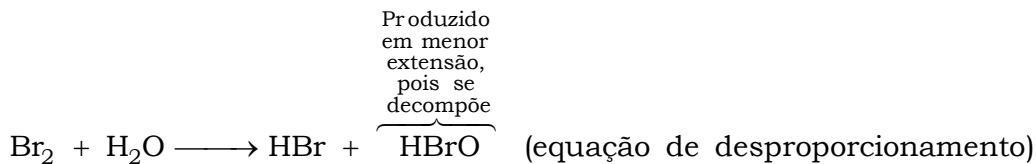
O ácido sulfúrico a quente e concentrado ataca a prata e neste caso o gás liberado é o SO_2 :



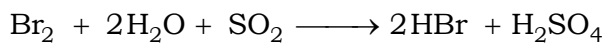
O cobre é atacado por ácido sulfúrico e, também, neste caso o gás liberado é o SO_2 :



A água de bromo é uma mistura de Br_2 e H_2O .



A reação ("absorção") do SO_2 ocorre da seguinte maneira:



Como houve a formação de H_2SO_4 pela absorção do SO_2 este reagirá com a solução aquosa de BaCl_2 formando como precipitado o BaSO_4 : $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$.

Neste ponto da resolução ficamos entre as alternativas (B) e (C), pois apresentam BaSO_4 .

(B) Ag_2SO_4 e BaSO_4

(C) CuCl_2 e BaSO_4

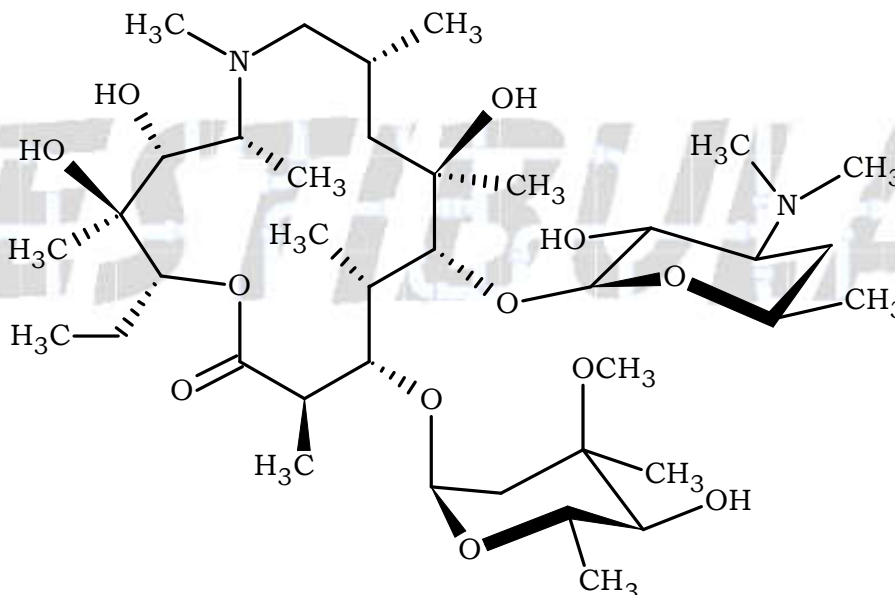
Como, o CuCl_2 é solúvel em água, exclui-se a alternativa (C), restando a alternativa (B) como resposta.

Conclusão: Ag_2SO_4 e BaSO_4 compõem o precipitado.

Observação: o fato de haver H_2SO_4 sendo produzido pela absorção do SO_2 é um indicativo da predominância do Ag_2SO_4 sobre o AgCl .

Questão 34 – Valor: 0,25

A azitromicina é um potente antibiótico comercial. Sua estrutura molecular está mostrada abaixo:



Considerando a estrutura acima, são feitas as seguintes afirmações:

I. Existem 2 átomos com hibridização sp^2 .

II. A molécula possui 18 carbonos quirais.

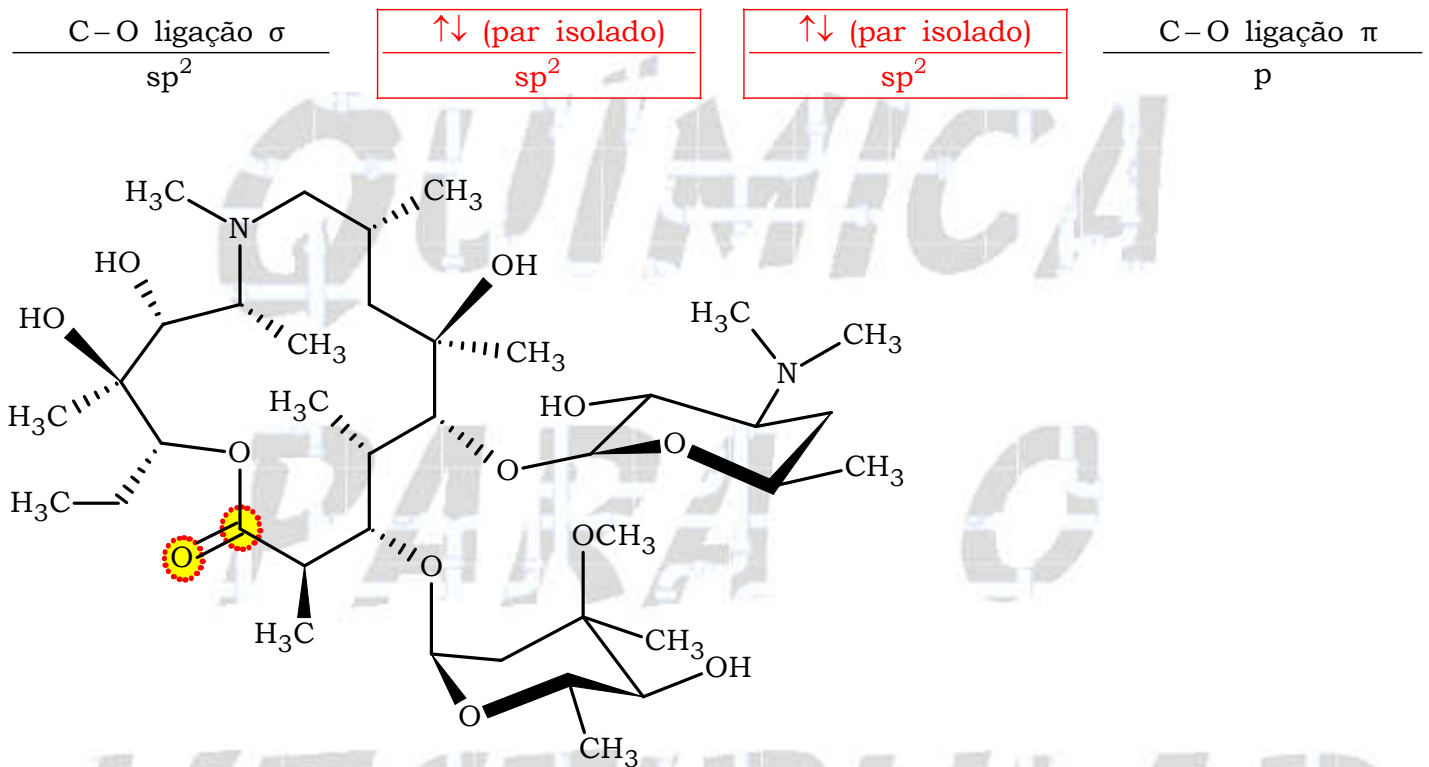
III. Éster, amina e éter são funções orgânicas encontradas na molécula.

Com base na análise das afirmações acima, assinale a opção correta:

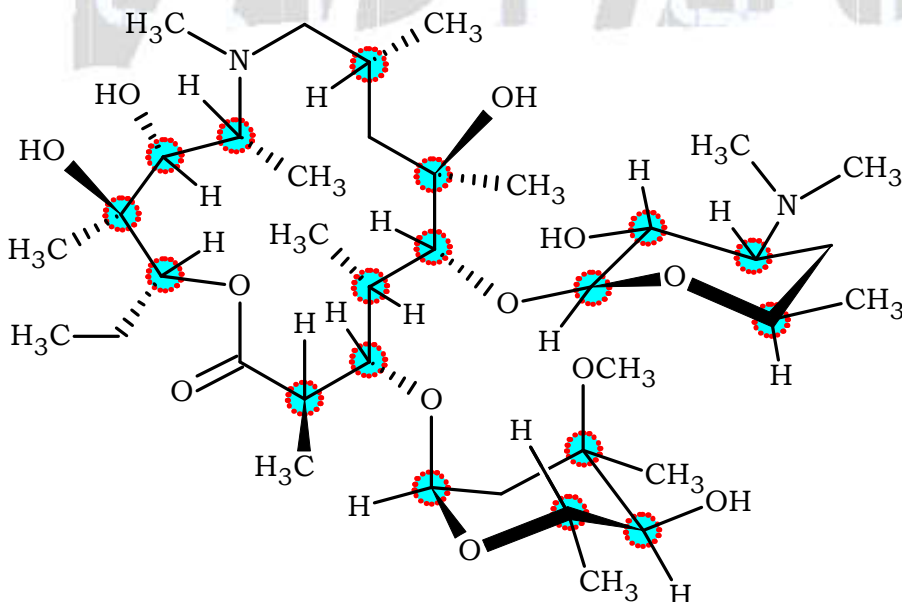
- (A) Há apenas uma afirmação verdadeira.
- (B) Apenas as afirmações I e II são verdadeiras.
- (C) Apenas as afirmações I e III são verdadeiras.
- (D) Apenas as afirmações II e III são verdadeiras.
- (E) Todas as afirmações são verdadeiras.

Resolução: alternativa E

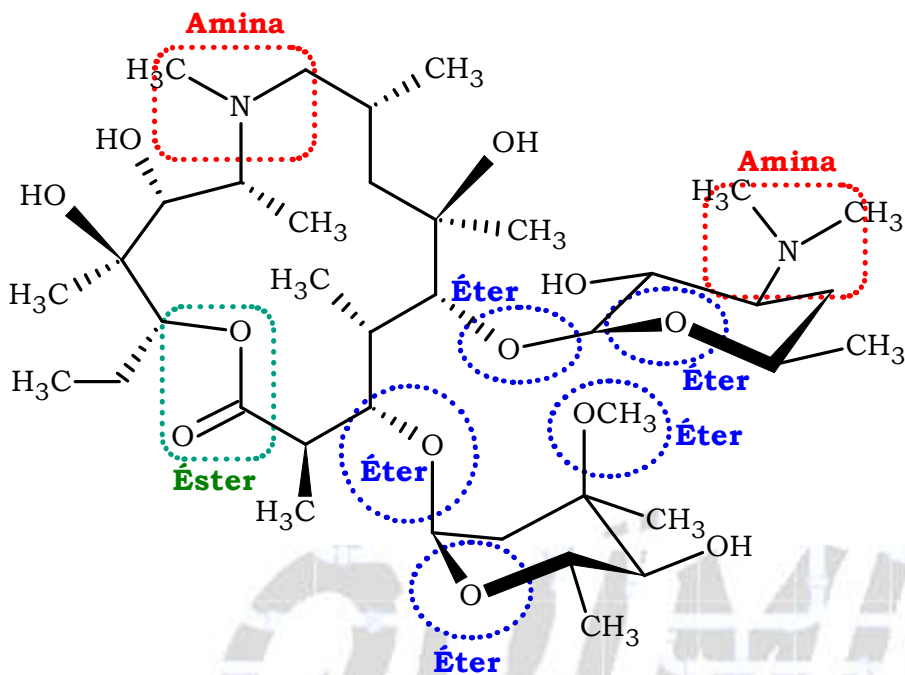
I. Correta. Existem 2 átomos com hibridização sp^2 . Observe o grupo carbonila ($C = O$), nele tanto o carbono como o oxigênio apresentam hibridização sp^2 .



II. Correta. A molécula possui 18 carbonos quirais ou assimétricos (átomos de carbono ligados a quatro ligantes diferentes entre si).



III. Correta. Éster, amina e éter são funções orgânicas encontradas na molécula.



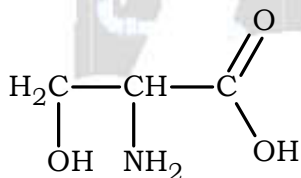
Questão 35 – Valor: 0,25

Assinale a alternativa correta.

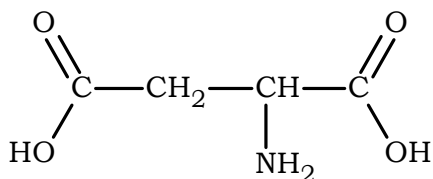
- (A) Serina, ácido aspártico e ácido glutâmico são exemplos de triacilgliceróis.
- (B) Os triacilgliceróis são encontrados somente em vegetais, sendo os principais responsáveis pela realização da fotossíntese.
- (C) A hidrólise alcalina de um triacilglicerol misto produz glicerol e uma mistura de sais de ácidos carboxílicos.
- (D) A principal diferença estrutural entre um sabão e um detergente consiste no fato de, em geral, o primeiro ser um sal de sódio do sulfato de alquila, enquanto o segundo é um sal de ácido carboxílico de cadeia longa.
- (E) Os triacilgliceróis podem ser divididos em gorduras (cuja hidrólise gera uma mistura de ácidos graxos) e óleos (que não podem ser hidrolisados).

Resolução: alternativa C

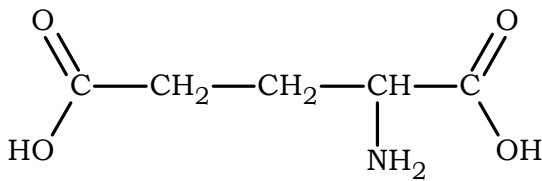
(A) Incorreta. A Serina é um α -aminoácido que faz parte da síntese de proteínas:



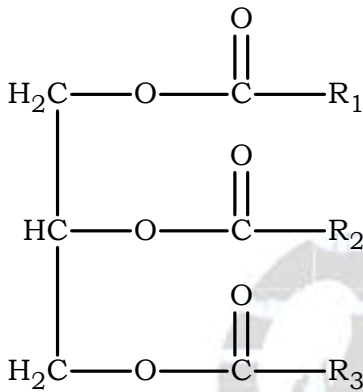
O ácido aspártico é um aminoácido não essencial:



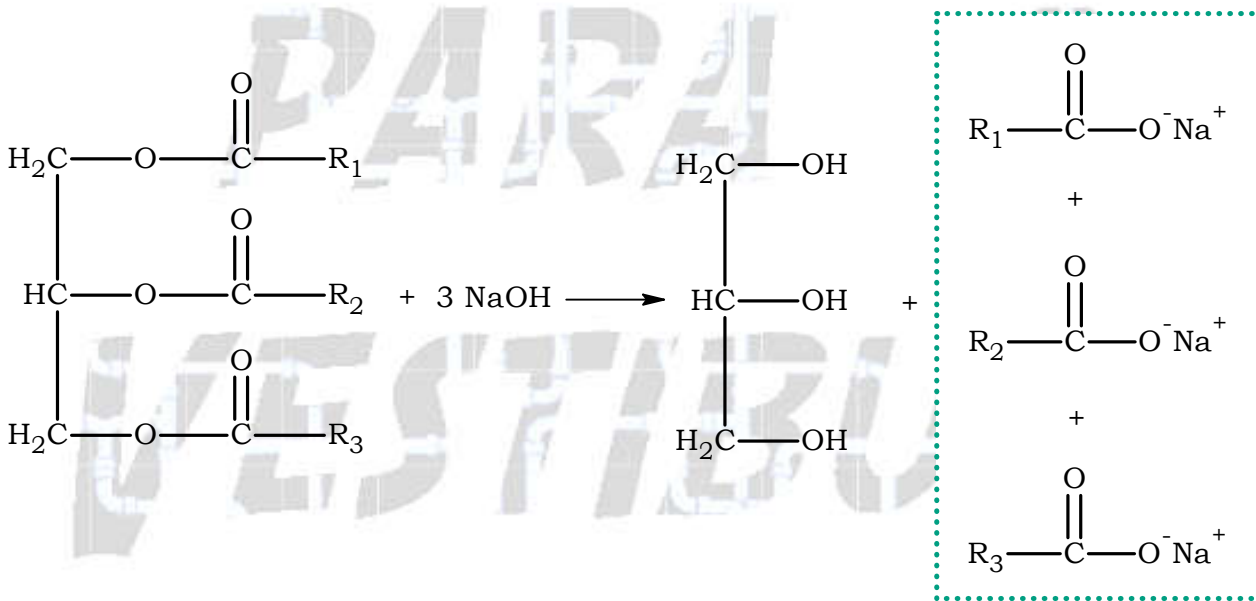
O ácido glutâmico é um aminoácido não essencial:



(B) Incorreta. Os triacilgliceróis ou triglicerídeos são triésteres derivados do glicerol. São classificados como óleos ou gorduras (animais ou vegetais).

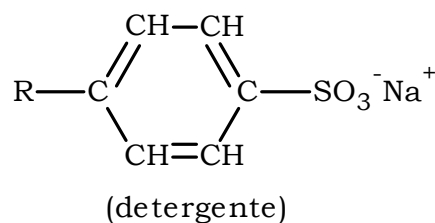
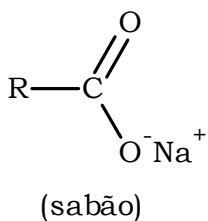


(C) Correta. A hidrólise alcalina de um triacilglicerol misto produz glicerol e uma mistura de sais de ácidos carboxílicos.

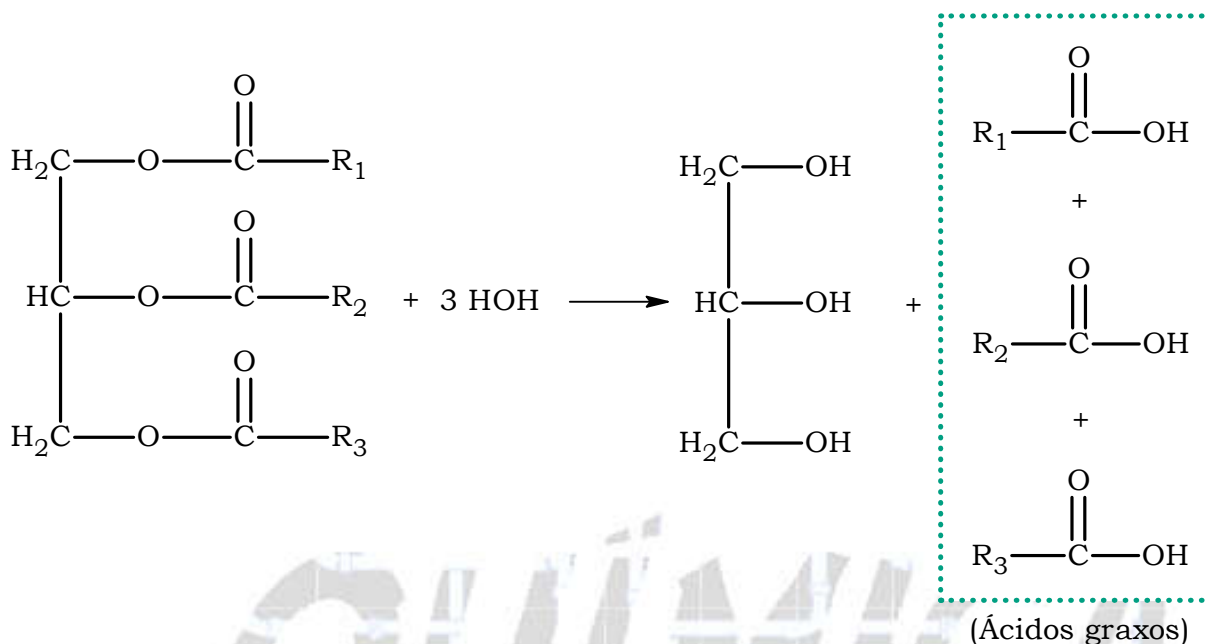


(Sais de ácidos carboxílicos)

(D) Incorreta. A principal diferença estrutural entre um sabão e um detergente consiste no fato de, em geral, o sabão ser um sal de sódio de ácido carboxílico (graxo) e o detergente ser um sal de sódio de ácido sulfônico (geralmente aromático).



(E) Os triacilgliceróis podem ser hidrolisados, sejam eles óleos ou gorduras.



Questão 36 – Valor: 0,25

O astrônomo britânico Arthur Eddington cunhou o termo “seta do tempo” para distinguir uma direção no tempo nos fenômenos naturais, ou seja, o fato de que o estado 2 de um sistema macroscópico ocorre após o estado 1. Podemos afirmar que o valor da entropia do estado 2 de um sistema fechado que evoluiu a partir do estado 1:

- (A) é igual ao valor da entropia do estado 1.
- (B) é menor que o valor da entropia do estado 1.
- (C) é maior que o valor da entropia do estado 1.
- (D) independe do valor da entropia do estado 1.
- (E) depende do caminho percorrido entre os estados.

Resolução: alternativa D

Segunda lei da termodinâmica (para entropia): a variação de entropia do universo não pode ser negativa, ou ela é nula (quando o processo é reversível), ou ela é positiva.

Acredita-se que uma medida da irreversibilidade do processo seja possível.

- (A) Incorreta. No enunciado não há indicação de que o processo seja reversível, logo não é possível fazer esta afirmação. Ou seja, $\Delta S = S_2 - S_1 = S_1 - S_1 = 0$ (não se pode afirmar).
- (B) Incorreta. Se o valor da entropia no estado 2 fosse menor do que o valor da entropia do estado 1, a segunda lei da termodinâmica seria contrariada, pois a variação seria negativa. Ou seja, $\Delta S = S_2 - S_1 < 0$ (impossível).
- (C) Incorreta. O valor da entropia do estado 2 seria maior que o valor da entropia do estado 1, apenas se o sistema fosse isolado e a transformação espontânea, e isto não é afirmado no enunciado da questão.
- (D) Correta. O valor da entropia do estado 2 de um sistema fechado que evoluiu a partir do estado 1 não depende do valor da entropia do estado 1.
- (E) Incorreta. A variação de entropia ($\Delta S = S_2 - S_1$) não depende do caminho percorrido entre os estados.

Questão 37 – Valor: 0,25

Uma medida quantitativa da estabilidade de um composto sólido iônico é a sua energia de rede, definida como a energia requerida para decompor completamente 1 mol desse composto nos seus íons em fase gasosa. Considere os seguintes dados:

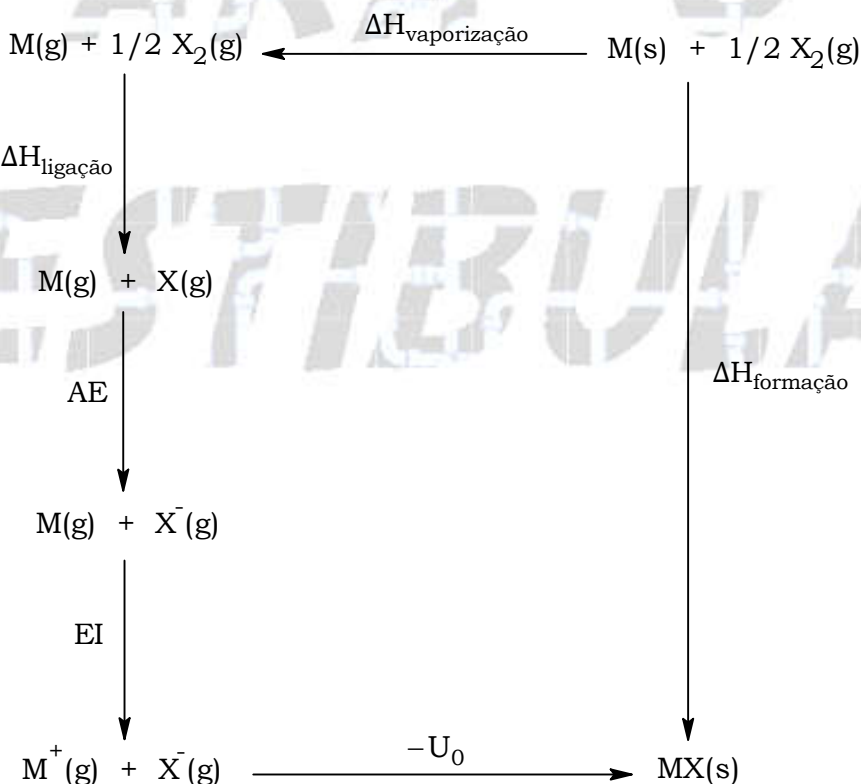
- I. a entalpia padrão de formação do CaCl_2 é $-790 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- II. a primeira energia de ionização do átomo de cálcio é $590 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- III. a segunda energia de ionização do átomo de cálcio é $1146 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- IV. a vaporização de um mol de Ca(s) consome 190 kJ ;
- V. a energia de ligação do Cl_2 é $242 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- VI. a afinidade eletrônica do Cl é $-349 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Com base nessas informações, estima-se que a energia de rede do CaCl_2 , em $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, seja:

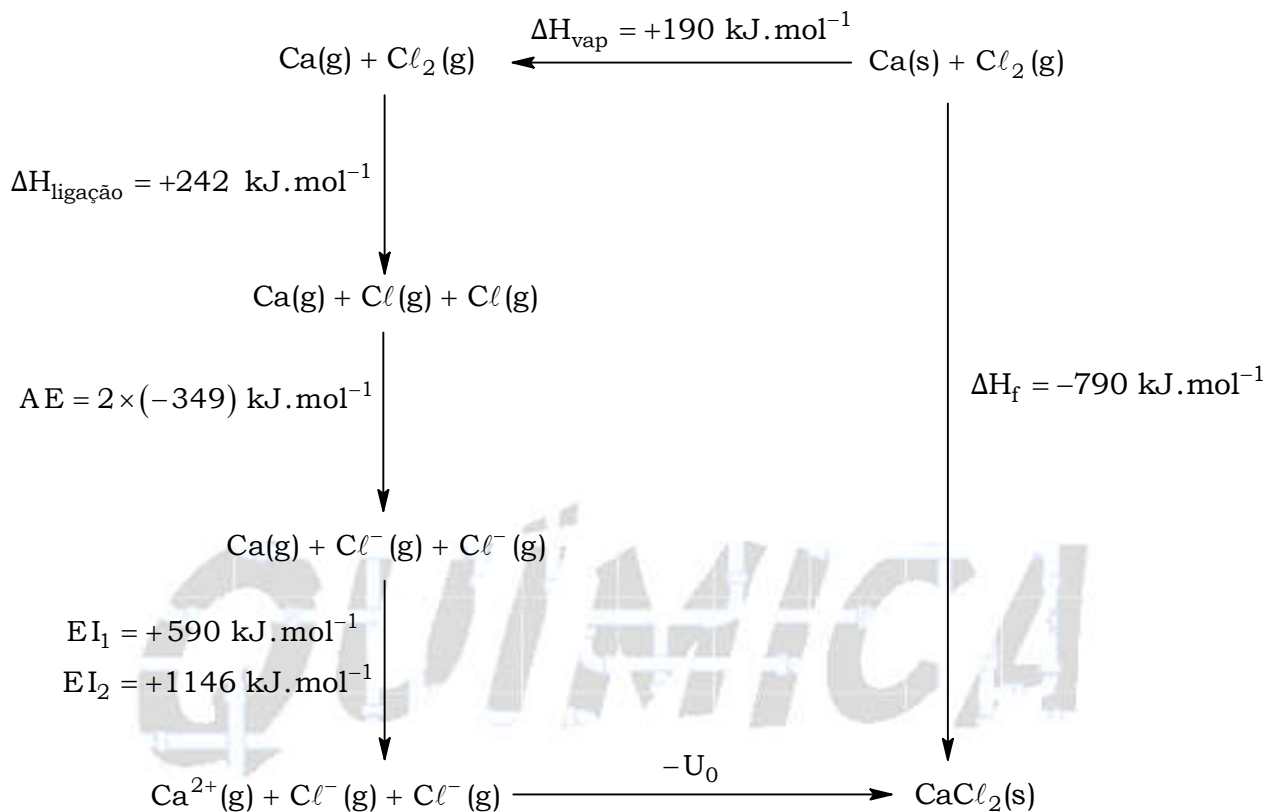
- (A) 790
- (B) 1029
- (C) 2070
- (D) 2260
- (E) 2609

Resolução: alternativa D

Genericamente, de acordo com o Ciclo de Born-Harber, vem:



Substituindo no diagrama anterior os valores fornecidos nos tópicos de I a VI, vem:



Somando, teremos a equação a seguir.

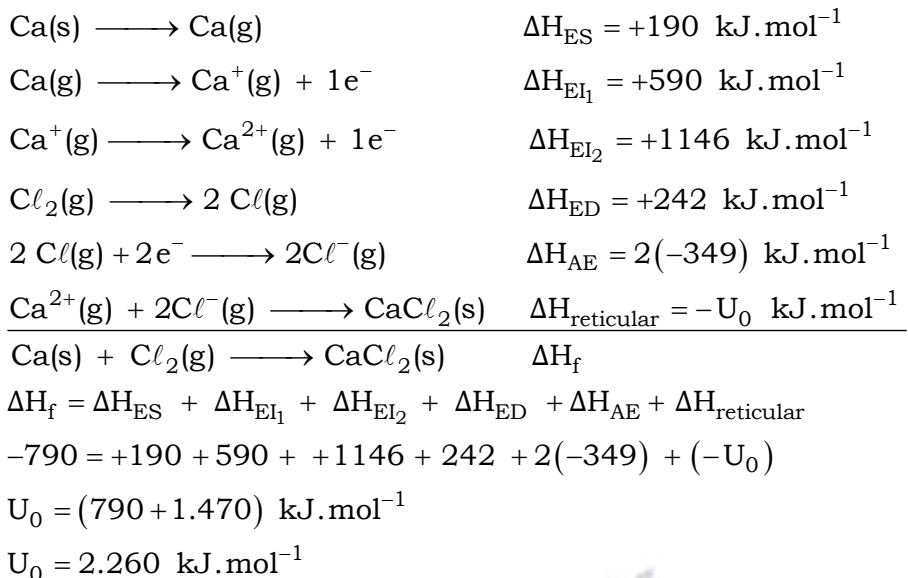
$$\begin{aligned}
 \Delta H_{\text{formação}} &= \Delta H_{\text{vaporização}} + \Delta H_{\text{ligação}} + \text{AE} + \text{EI}_1 + \text{EI}_2 - U_0 \\
 -790 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} &= [+190 + 242 + 2 \times (-349) + 590 + 1146] \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} - U_0 \\
 U_0 &= 790 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} + 1.470 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \\
 U_0 &= 2.260 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}
 \end{aligned}$$

Outro modo de resolução:

Analisando as várias fases energéticas na formação do $\text{CaCl}_2\text{(s)}$, teremos:

$$\begin{aligned}
 \Delta_{\text{ES}} &= +190 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \text{ (energia de sublimação ou vaporização).} \\
 \Delta_{\text{ED}} &= +242 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \text{ (energia de ligação ou dissociação).} \\
 \Delta_{\text{EI}_1} &= +590 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \text{ (primeira energia de ionização).} \\
 \Delta_{\text{EI}_2} &= +1146 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \text{ (segunda energia de ionização).} \\
 \Delta_{\text{AE}} &= -349 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \text{ (energia de afinidade ou afinidade eletrônica).} \\
 \Delta H_f &= -790 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \text{ (energia de formação do } \text{CaCl}_2\text{).}
 \end{aligned}$$

Então:



Questão 38 – Valor: 0,25

Considere a representação da Tabela Periódica a seguir:

α																				
																			β	
γ																				
															μ					

Com base nessa representação da tabela, avalie as asserções abaixo:

- O composto de representação $\delta\alpha_3$ é iônico;
- A distribuição eletrônica $[\text{Ar}] 4s^2 3d^8$ pode representar o íon μ^{3+} ;
- O isótopo mais estável do elemento γ tem 12 nêutrons;
- Os elementos que apresentam, em seu estado fundamental, a distribuição eletrônica $[\text{Ne}] 3s^2 3p^y$, com $1 \leq y \leq 6$, são todos não metais;
- O raio atômico de ϵ é menor que o raio atômico de δ .

Assinale a alternativa que contém somente asserções corretas.

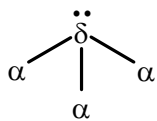
- I, II e III.
- III, IV e V.
- II, III e IV.
- I, IV e V.
- II, III e V.

Resolução: alternativa E

I. Incorreta. O composto de representação $\delta\alpha_3$ é molecular.

δ : grupo 15 (família VA); 5 elétrons de valência.

α : grupo 1 (família IA); 1 elétron de valência.



II. Correta. A distribuição eletrônica $[\text{Ar}] 4s^2 3d^8$ pode representar o íon μ^{3+} .

μ pertence ao grupo 13 (família IIIA; 3 elétrons de valência) e ao quarto período ($n = 4$)

Camada de valência de μ ($ns^2 np^1$): $4s^2 4p^1$

Distribuição eletrônica de μ : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^1$

Distribuição eletrônica de μ^{3+} : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \cancel{4s^2} \cancel{3d^{10}} \cancel{4p^1} \Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$

Distribuição eletrônica de μ^{3+} (estado fundamental): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$

Distribuição eletrônica de μ^{3+} (estado excitado): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$

Distribuição eletrônica de μ^{3+} (estado excitado): $[\text{Ar}] 3d^8 4s^2$.

III. Correta. Contando os elementos da tabela (ordem crescente de número atômico) verifica-se que γ tem 11 prótons, como se trata do sódio (Na) chega-se a conclusão que seu isótopo mais estável tem 12 nêutrons ($A = 23$).

1										2
3	4				5	6	7	8	9	10
11										

IV. Incorreta. Nem todos os elementos que apresentam, em seu estado fundamental, a distribuição eletrônica $[\text{Ne}] 3s^2 3p^y$, com $1 \leq y \leq 6$, são metais.

Para $y = 1$: $[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$ (metal do grupo 13).

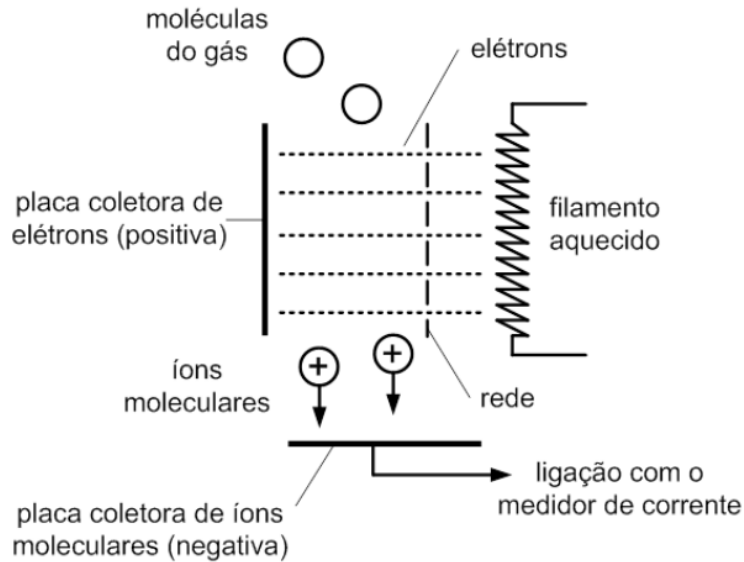
⋮

Para $y = 5$: $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$ (ametal do grupo 17).

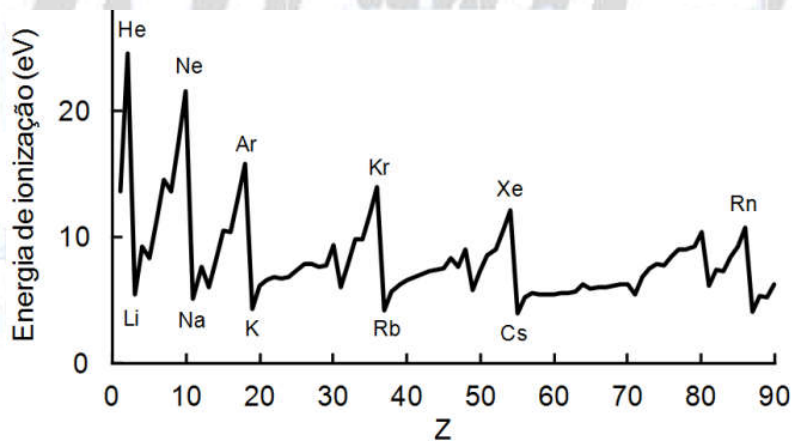
V. Correta. O raio atômico de ϵ é menor que o raio atômico de δ , pois ϵ possui um próton a mais do que δ e ambos estão posicionados no mesmo período, ou seja, a carga nuclear de ϵ é maior e, conseqüentemente, seu raio é menor.

Questão 39 – Valor: 0,25

A figura abaixo esquematiza o funcionamento de um aparelho de ionização que pode ser útil para medir baixas pressões compreendidas entre 10^{-4} e 10^{-10} mmHg. Nesse dispositivo, elétrons partem de um filamento aquecido, atravessam uma rede cuja tensão fixa a energia do elétron, e atingem uma região do tubo sonda ligada ao sistema de alto vácuo cuja pressão se deseja medir. Esses elétrons ionizam espécies neutras presentes no tubo e formam íons positivos que são atraídos por uma placa coletora negativa. Além disso, produzem uma corrente que pode ser medida e correlacionada com a pressão do sistema de vácuo. Portanto, quanto mais baixa a pressão, menor o número de moléculas neutras e, conseqüentemente, menor o número de íons positivos formados no tubo.



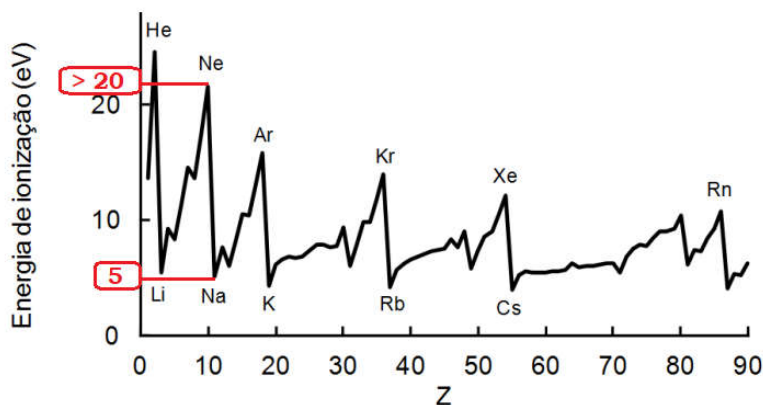
O gráfico abaixo relaciona as primeiras energias de ionização aos números atômicos dos respectivos elementos.



Um aparelho de ionização cuja energia eletrônica é 15 eV foi calibrado medindo-se a pressão de um sistema que continha vapor de sódio. Como a leitura do instrumento seria afetada se o vapor de sódio fosse substituído por neônio à mesma pressão?

- (A) A leitura seria maior.
- (B) A leitura manter-se-ia inalterada.
- (C) A leitura seria até 50 % menor.
- (D) A leitura seria de até 50 % do valor medido com sódio.
- (E) A leitura seria zero.

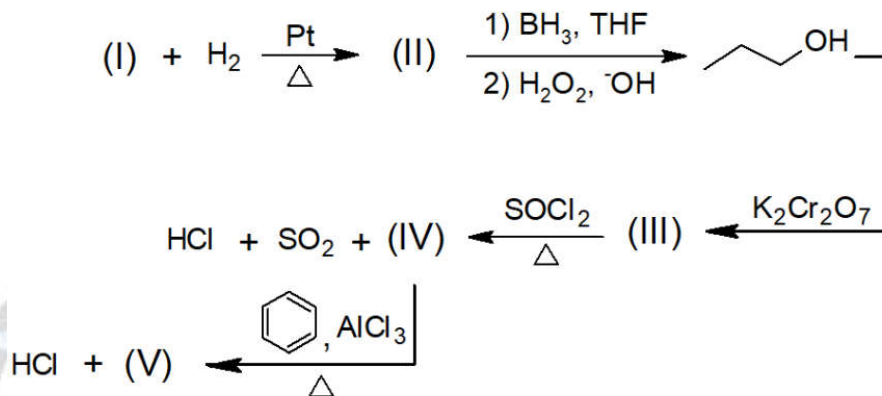
Resolução: alternativa E



De acordo com o gráfico a energia de ionização do sódio (Na) é de 5 eV, como o aparelho tem energia eletrônica de 15 eV (o triplo), chega-se a conclusão que os átomos de sódio se transformariam em íons e ocorreria leitura do instrumento. Porém, a energia de ionização do neônio (Ne) é maior do que 20 eV, ou seja, com a aplicação da energia eletrônica de 15 eV (inferior a 20 eV) não ocorreria a ionização do neônio e, conseqüentemente, a leitura seria zero.

Questão 40 – Valor: 0,25

Considere a sequência de reações orgânicas abaixo:

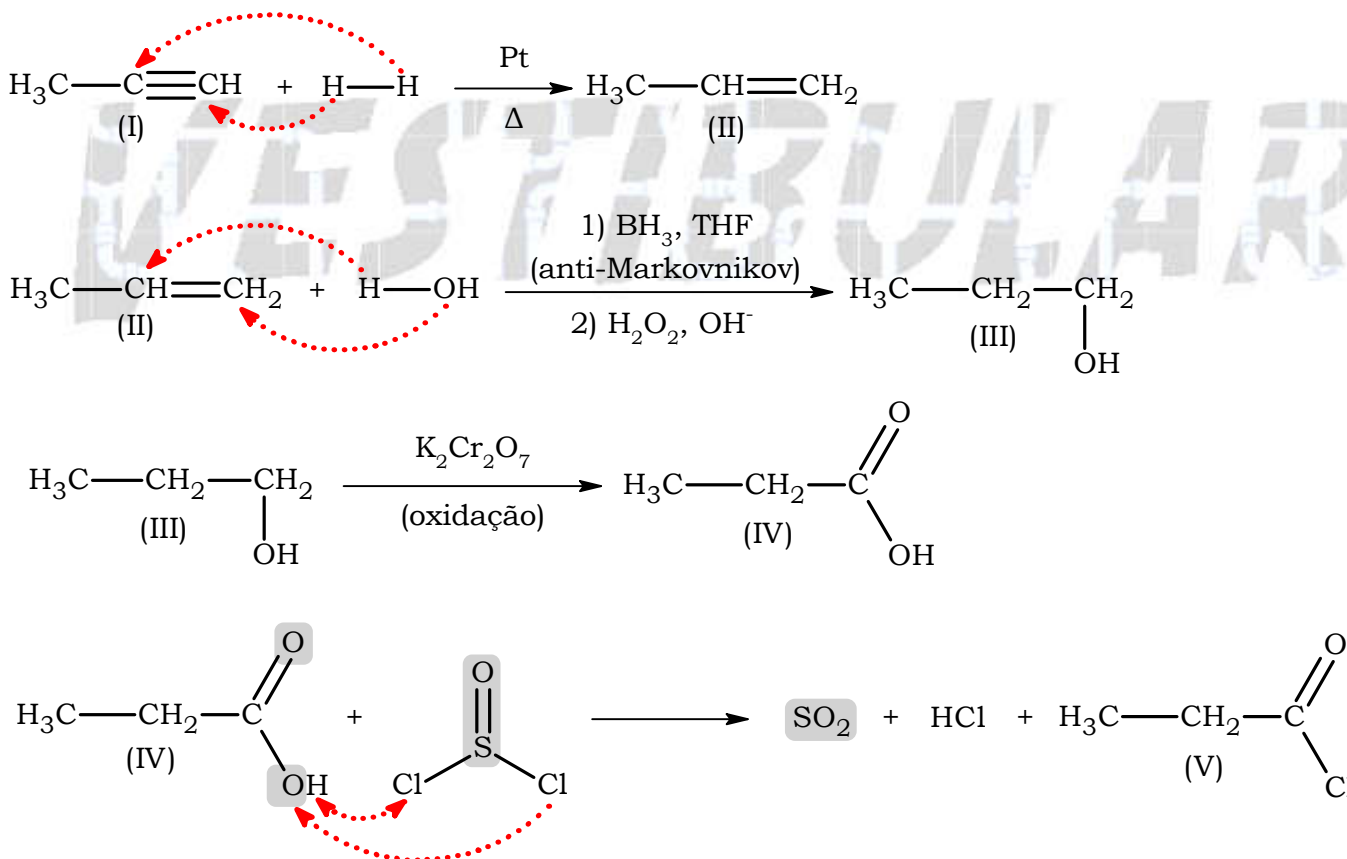


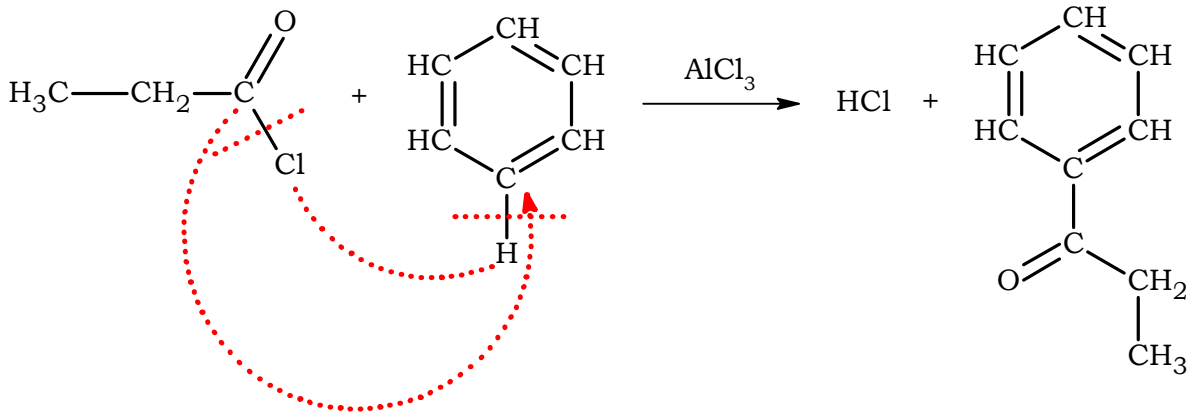
A opção que corresponde aos compostos de (I) a (V), respectivamente, é:

- (A) alquino, alqueno, ácido carboxílico, cloreto de ácido, cetona.
- (B) alquino, alqueno, ácido carboxílico, haleto de alquila, cetona.
- (C) alqueno, alquino, ácido carboxílico, cloreto de ácido, cetona.
- (D) alquino, alqueno, ácido carboxílico, cloreto de ácido, fenol.
- (E) alquino, alqueno, éster, cloreto de ácido, cetona.

Resolução: alternativa A

(I) alquino; (II) alqueno; (III) ácido carboxílico, (IV) cloreto de ácido e (V) cetona:





QUESTÕES DISSERTATIVAS

DADOS

Informações de Tabela Periódica

Elemento	H	C	N	O	F	Mg	Al	Cl	K	Ca	Fe	Cu
Massa atômica (u)	1,00	12,0	14,0	16,0	19,0	24,0	27,0	35,5	39,0	40,0	56,0	63,5
Número atômico	1	6	7	8	9	12	13	17	19	20	26	29

Constantes:

Constante de Faraday: $1 F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

Número de Avogadro: $6,02 \times 10^{23}$

Constante Universal dos Gases = $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 62,3 \text{ mmHg} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Constante Universal dos Gases = $8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$\ln 2 = 0,693$ $\ln 3 = 1,1$ $e = 2,72$

Equação de Nersnt:

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

Conversão: $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$

1ª Questão (valor 1,0) – Calcule a variação de entalpia (em J) no processo de decomposição de 600 mg de nitroglicerina ($C_3H_5N_3O_9$) que produz nitrogênio, dióxido de carbono e oxigênio gasosos, além de água líquida.

Dados:

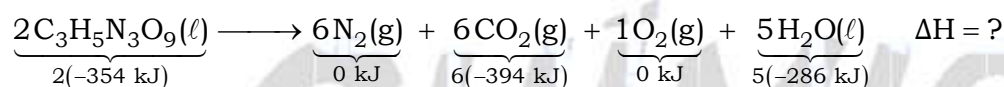
$$\Delta H_f^\circ (C_3H_5N_3O_9(\ell)) = -354 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H_f^\circ (H_2O(\ell)) = -286 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H_f^\circ (CO_2(g)) = -394 \text{ kJ/mol}.$$

Resolução:

De acordo com o enunciado, a nitroglicerina ($C_3H_5N_3O_9$) que produz nitrogênio, dióxido de carbono e oxigênio gasosos, além de água líquida:



$$\Delta H = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$$

$$\Delta H = [0 \text{ kJ} + 6(-394 \text{ kJ}) + 0 \text{ kJ} + 5(-286 \text{ kJ})] - [2(-354 \text{ kJ})]$$

$$\Delta H = -3.794 \text{ kJ} + 708 \text{ kJ}$$

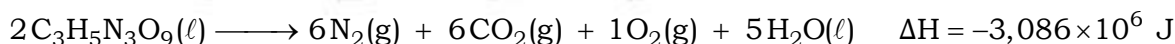
$$\Delta H = -3.086 \text{ kJ} = -3,086 \times 10^3 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = -3,086 \times 10^6 \text{ J}$$

$$C_3H_5N_3O_9 = 3 \times 12 + 5 \times 1 + 3 \times 14 + 9 \times 16 = 227$$

$$M_{C_3H_5N_3O_9} = 227 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{C_3H_5N_3O_9} = 600 \text{ mg} = 600 \times 10^{-3} \text{ g}$$



$$2 \times 227 \text{ g} \text{ ----- } 3,086 \times 10^6 \text{ J liberados}$$

$$600 \times 10^{-3} \text{ g} \text{ ----- } E$$

$$E = \frac{600 \times 10^{-3} \text{ g} \times 3,086 \times 10^6 \text{ J}}{2 \times 227 \text{ g}} = 4,078 \times 10^3 \text{ J liberados}$$

$$\Delta H' = -4,078 \times 10^3 \text{ J}$$

2ª Questão (valor 1,0) – Determine a massa de hidrogênio ionizado em 1 L de uma solução 0,1 molar de um ácido monoprótico em água com constante de ionização igual a $1,69 \times 10^{-3}$.

Resolução:

HA : ácido monoprótico

$$[HA] = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

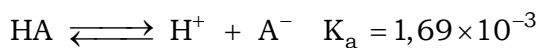
$$H = 1$$

$$M_{H^+} = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$V = 1 \text{ L}$$

$$K_a = 1,69 \times 10^{-3}$$

Simplificadamente, em 1 L:



$$K_a = \frac{[\text{H}^+] \times [\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

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

$$K_a = \frac{[\text{H}^+] \times [\text{H}^+]}{[\text{HA}]}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{HA}]}$$

$$1,69 \times 10^{-3} = \frac{[\text{H}^+]^2}{10^{-1}}$$

$$[\text{H}^+]^2 = 1,69 \times 10^{-3} \times 10^{-1}$$

$$\sqrt{[\text{H}^+]^2} = \sqrt{1,69 \times 10^{-3} \times 10^{-1}} = \sqrt{169 \times 10^{-6}}$$

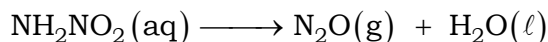
$$[\text{H}^+] = 13 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$1 \text{ mol H}^+ = 1 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$m_{\text{H}^+} = 13 \times 10^{-3} \times 1 \text{ g}$$

$$m_{\text{H}^+} = 1,3 \times 10^{-2} \text{ g}$$

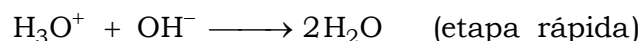
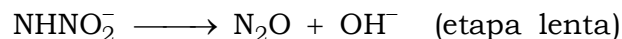
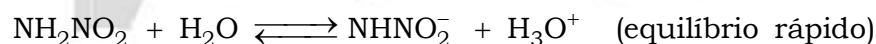
3ª Questão (valor 1,0) – Considere a reação de decomposição da nitramida em solução aquosa:



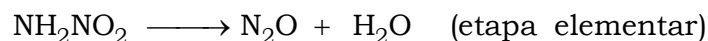
Sabendo-se que a lei de velocidade, determinada experimentalmente, é dada pela expressão

$$v = k \frac{[\text{NH}_2\text{NO}_2]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}, \text{ foram propostos três possíveis mecanismos para a reação:}$$

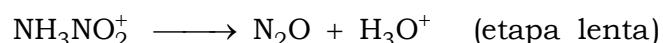
MECANISMO I:



MECANISMO II:



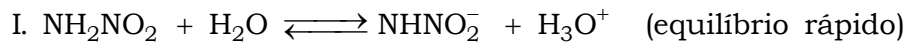
MECANISMO III:



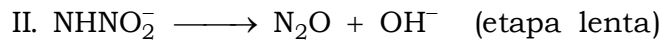
Com base nas informações acima, determine se cada mecanismo proposto é compatível com a expressão da velocidade experimental, fundamentando suas respostas.

Resolução:

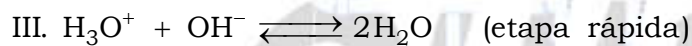
MECANISMO I:



$$K_I = \frac{[\text{NHNO}_2^-] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_2\text{NO}_2] \times [\text{H}_2\text{O}]} \quad (1)$$



$$v = k' \times [\text{NHNO}_2^-] \quad (2)$$



$$K_{III} = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-]} = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2}{K_W} \Rightarrow [\text{H}_2\text{O}] = \sqrt{K_{III} \times K_W} \quad (3)$$

Substituindo (3) em (1), vem:

$$K_I = \frac{[\text{NHNO}_2^-] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_2\text{NO}_2] \times \sqrt{K_{III} \times K_W}}$$

$$[\text{NHNO}_2^-] = \underbrace{K_I \times \sqrt{K_{III} \times K_W}}_K \times \frac{[\text{NH}_2\text{NO}_2]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$[\text{NHNO}_2^-] = K \times \frac{[\text{NH}_2\text{NO}_2]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \quad (4)$$

Substituindo (4) em (2), vem:

$$v = \underbrace{k' \times K}_k \times \frac{[\text{NH}_2\text{NO}_2]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$v = k \frac{[\text{NH}_2\text{NO}_2]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

Conclusão: o mecanismo I é compatível com a expressão da velocidade experimental.

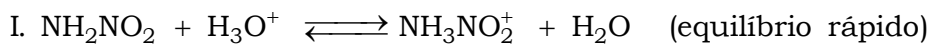
MECANISMO II:



$$v = k_{\text{elementar}} \times [\text{NH}_2\text{NO}_2]$$

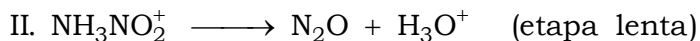
Conclusão: o mecanismo II não é compatível com a expressão da velocidade experimental.

MECANISMO III:



$$K_1 = \frac{[\text{NH}_3\text{NO}_2^+] \times [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NH}_2\text{NO}_2] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$[\text{NH}_3\text{NO}_2^+] = K_1 \times \frac{[\text{NH}_2\text{NO}_2] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{O}]} \quad (1)$$



$$v = k' \times [\text{NH}_3\text{NO}_2^+] \quad (2)$$

Substituindo (1) em (2), vem:

$$v = \underbrace{k' \times K_1}_k \times \frac{[\text{NH}_2\text{NO}_2] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

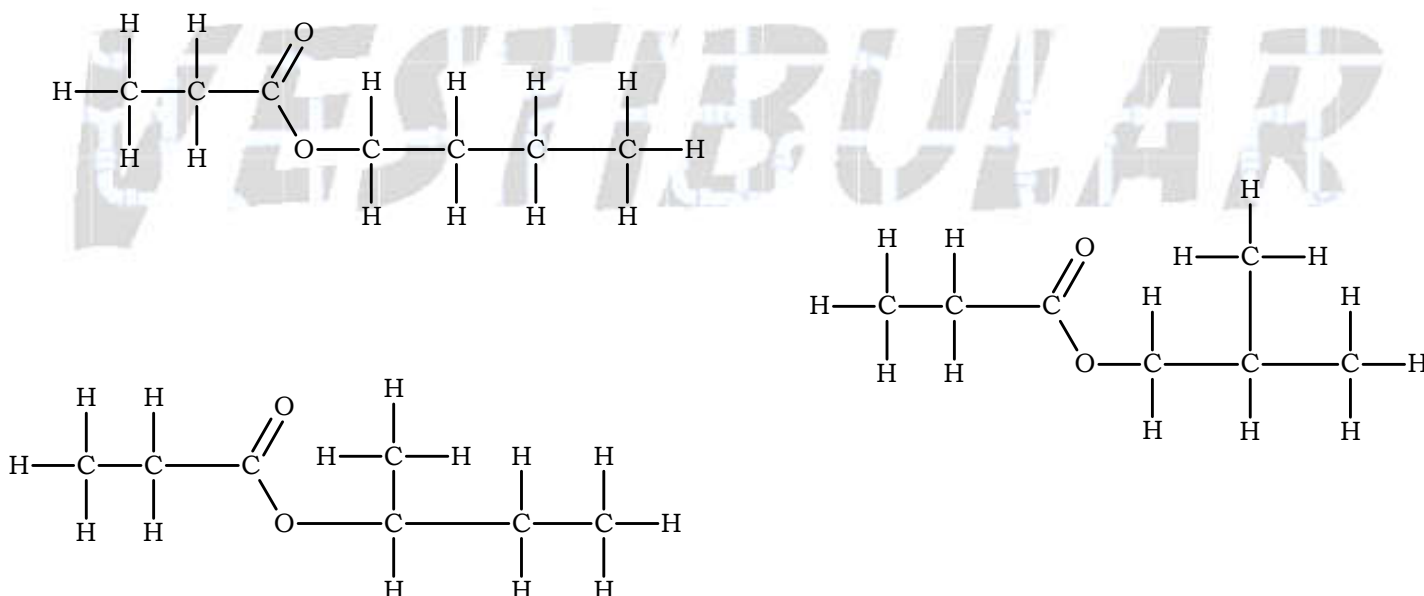
$$v = k \times \frac{[\text{NH}_2\text{NO}_2] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

Conclusão: o mecanismo III não é compatível com a expressão da velocidade experimental.

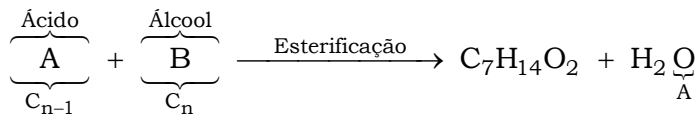
4ª Questão (valor 1,0) – Os compostos **A** e **B** sofrem Esterificação de Fischer para produzir exclusivamente éster ($\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$) e água. Sabendo que o composto **A** tem um átomo de carbono a menos que o composto **B** e que o átomo de oxigênio da água formada não provém do composto **B**, apresente as fórmulas estruturais planas de todos os ésteres que possam ser formados nessas condições.

Resolução:

Fórmulas estruturais planas de todos os ésteres que possam ser formados nessas condições:

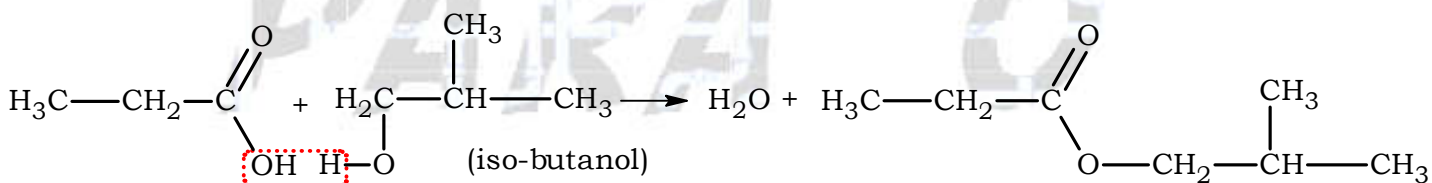
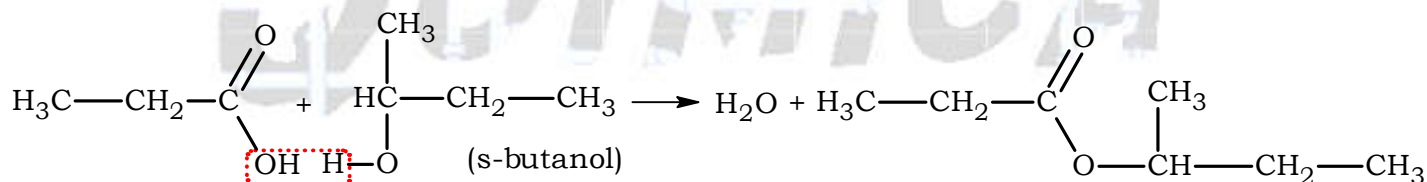
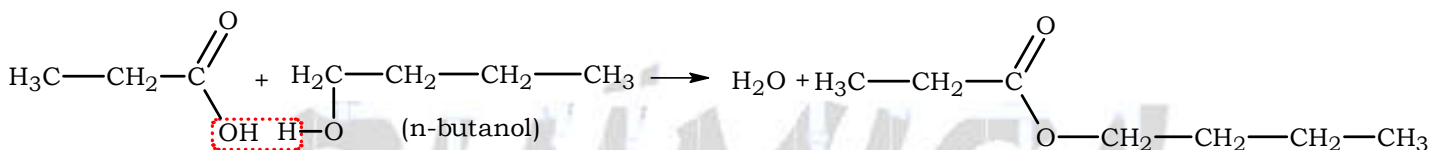


De acordo com o enunciado os compostos **A** e **B** sofrem Esterificação de Fischer para produzir o éster ($C_7H_{14}O_2$) e água. O composto **A** tem um átomo de carbono a menos que o composto **B** e o átomo de oxigênio da água formada não provém do composto **B**, isto significa que o composto **B** é o álcool (primário ou secundário) e **A** é o ácido.



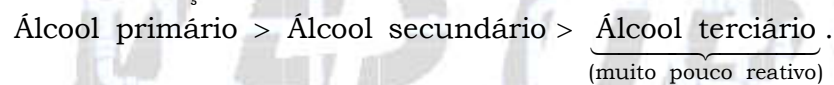
Conclusão: como o éster tem sete átomos de carbono, três “vieram” do ácido e quatro “vieram” do álcool primário ou secundário.

Possibilidades:

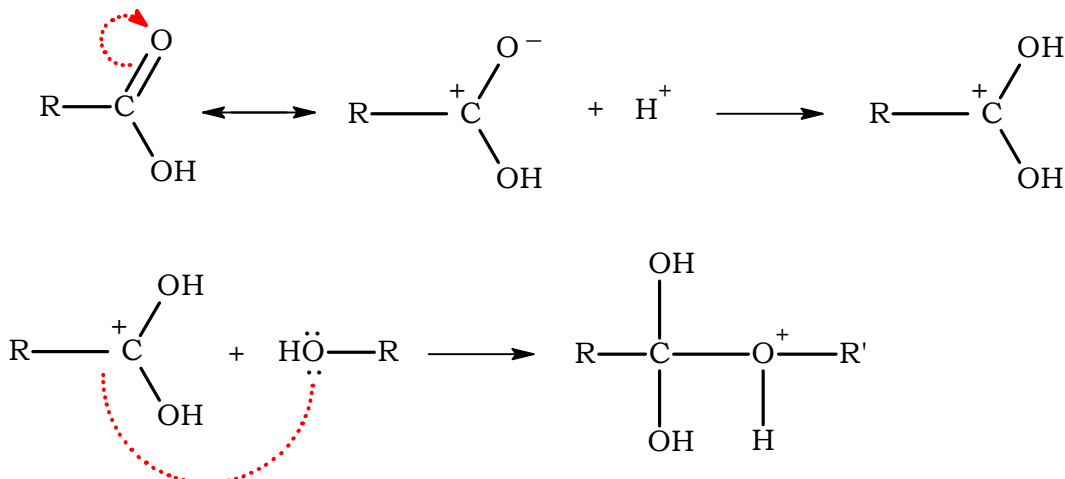


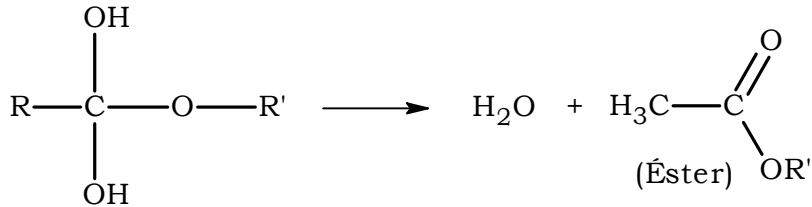
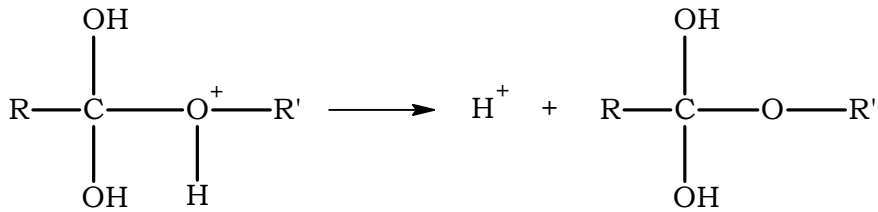
Observação teórica:

Na esterificação de Fischer a ordem de reatividade dos alcoóis é a seguinte:

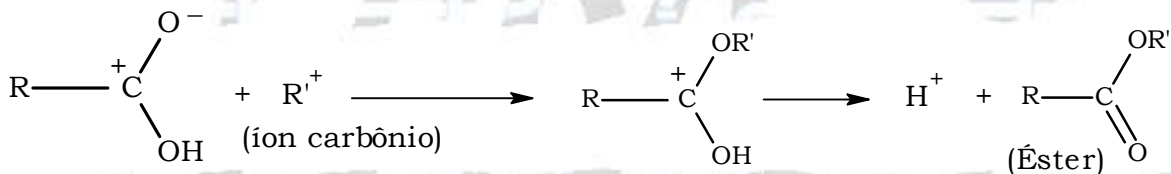
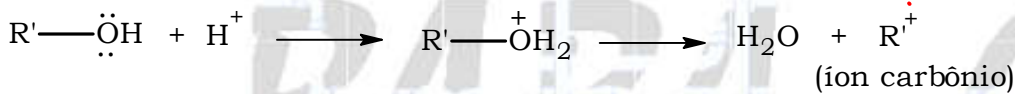
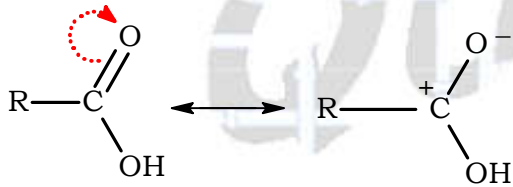


O átomo de **hidrogênio** sai do álcool e o grupo **OH** sai do ácido. Observe:

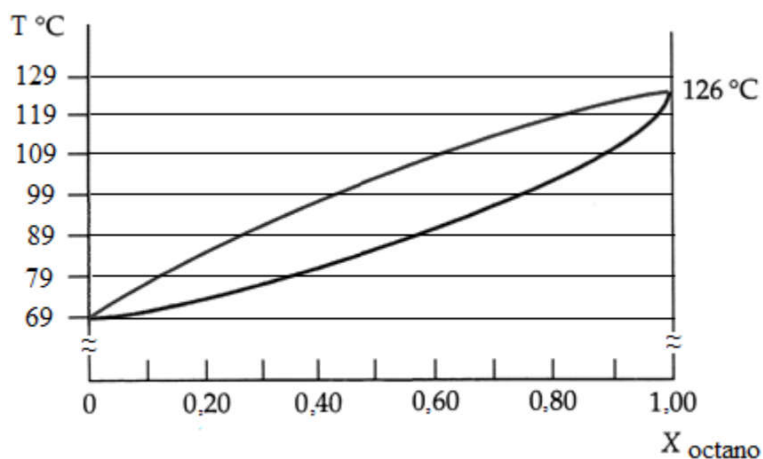




Nos alcoóis **terciários** (e em alguns alcoóis secundários) o átomo de **hidrogênio** sai do ácido e o grupo **OH** sai do álcool. Observe:



5ª Questão (valor 1,0) – Na figura abaixo, é mostrado o diagrama de fases Temperatura *versus* Composição (fração molar) de dois líquidos voláteis, hexano (P.E. = 69 °C) e octano (P.E. = 126 °C), para a pressão de 1 atm.



Considere uma mistura binária líquida ideal de hexano e octano, contendo 20 % de hexano. Quando essa mistura é aquecida, ela entra em ebulição, possibilitando a marcação do ponto **A**, que representa o líquido α em ebulição e o ponto **B**, que representa o vapor β gerado pela vaporização do líquido α .

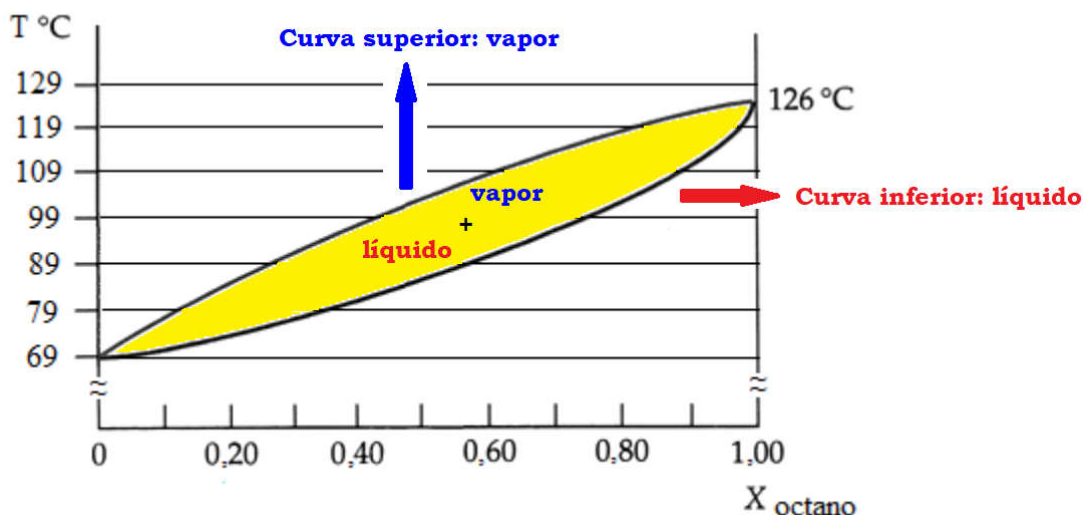
Considere, agora, que o vapor β seja condensado e em seguida vaporizado, gerando o vapor γ .

Com base nessas informações, determine a:

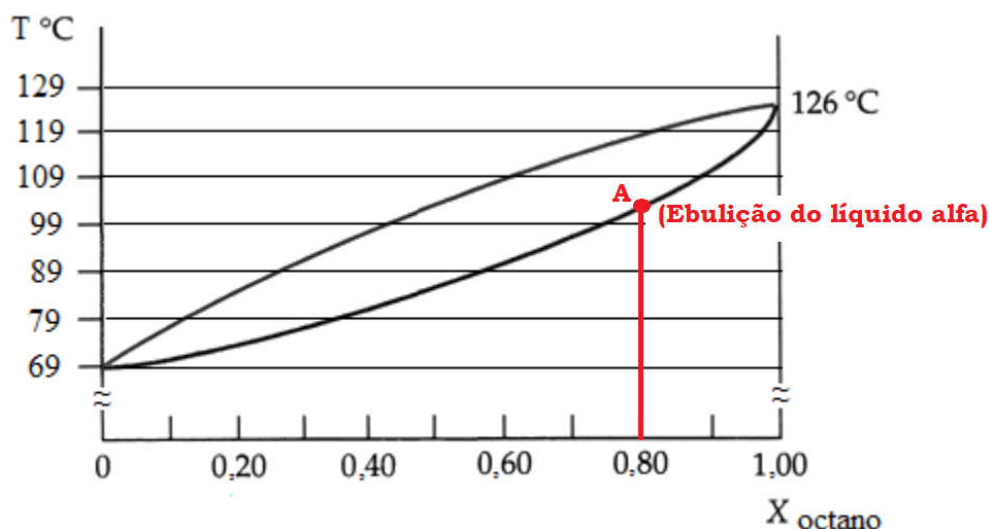
- composição no ponto **B**;
- temperatura aproximada de ebulição da mistura líquida de partida que contém 20 % de hexano;
- composição do líquido formado pela condensação do vapor β ;
- composição do vapor γ .

Resolução:

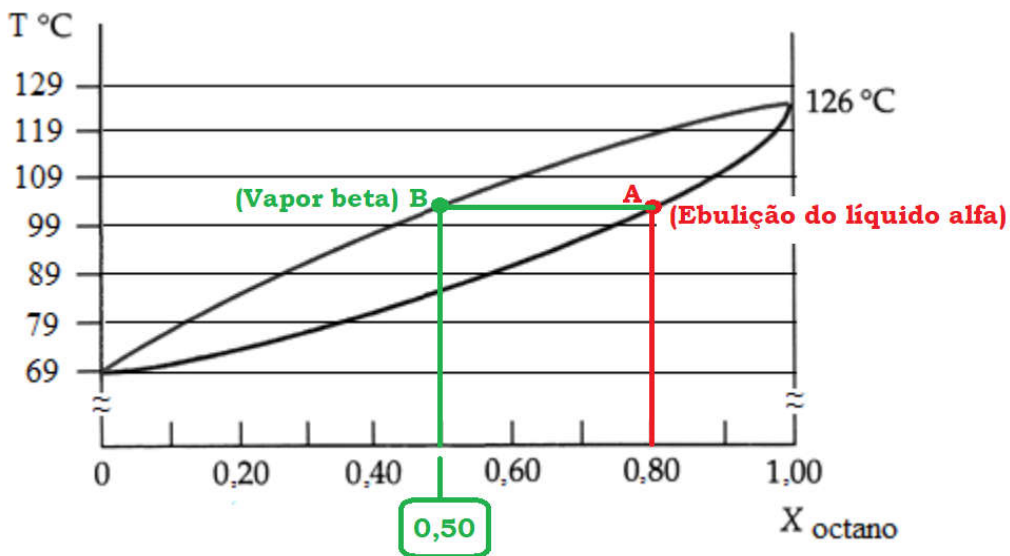
- Composição no ponto **B**: 50 % de hexano (vapor) e 50 % de octano (vapor).



A mistura líquida contém 20 % de hexano, então contém 80 % de octano (20% + 80% = 100%). De acordo com o enunciado, quando essa mistura é aquecida, ela entra em ebulição, possibilitando a marcação do ponto **A**:



A partir do ponto A pode-se “puxar” a linha de chamada e encontrar-se o ponto B, que representa o vapor beta (β) gerado pela vaporização do líquido alfa (α).



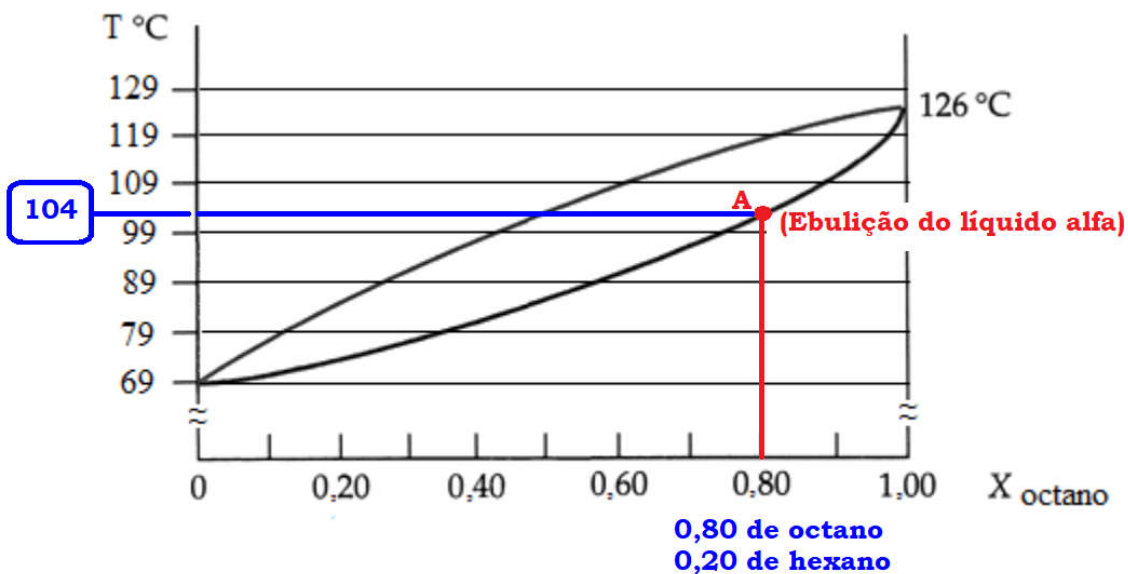
$$X_{\text{octano}} = 50\% \text{ (vide diagrama)}$$

$$X_{\text{hexano}} + X_{\text{octano}} = 100\%$$

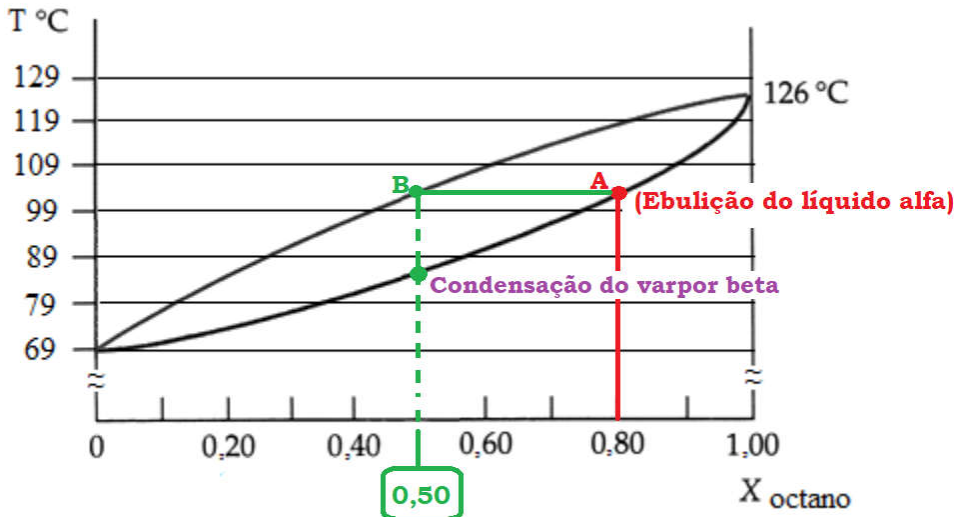
$$X_{\text{hexano}} + 50\% = 100\%$$

$$X_{\text{hexano}} = 50\%$$

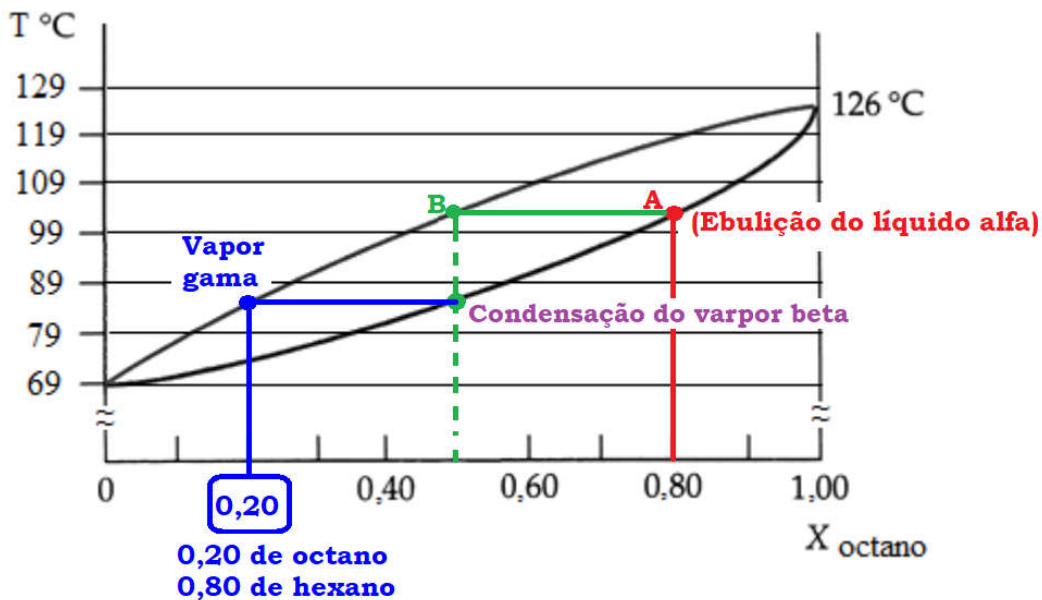
b) Temperatura aproximada de ebulição da mistura líquida de partida que contém 20 % (0,20) de hexano: 104 °C (aproximadamente).



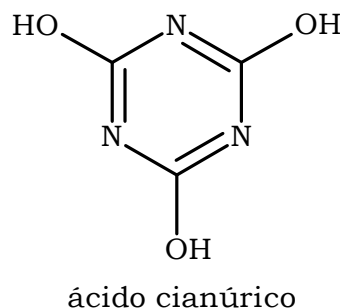
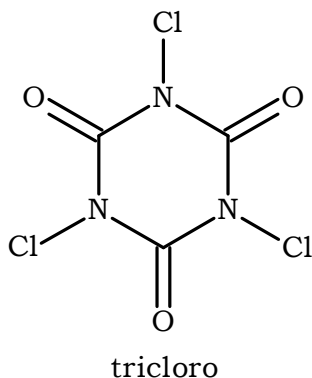
c) Composição do líquido formado pela condensação do vapor β : 50 % de octano (líquido) e 50 % de hexano (líquido) (50% + 50% = 100%).



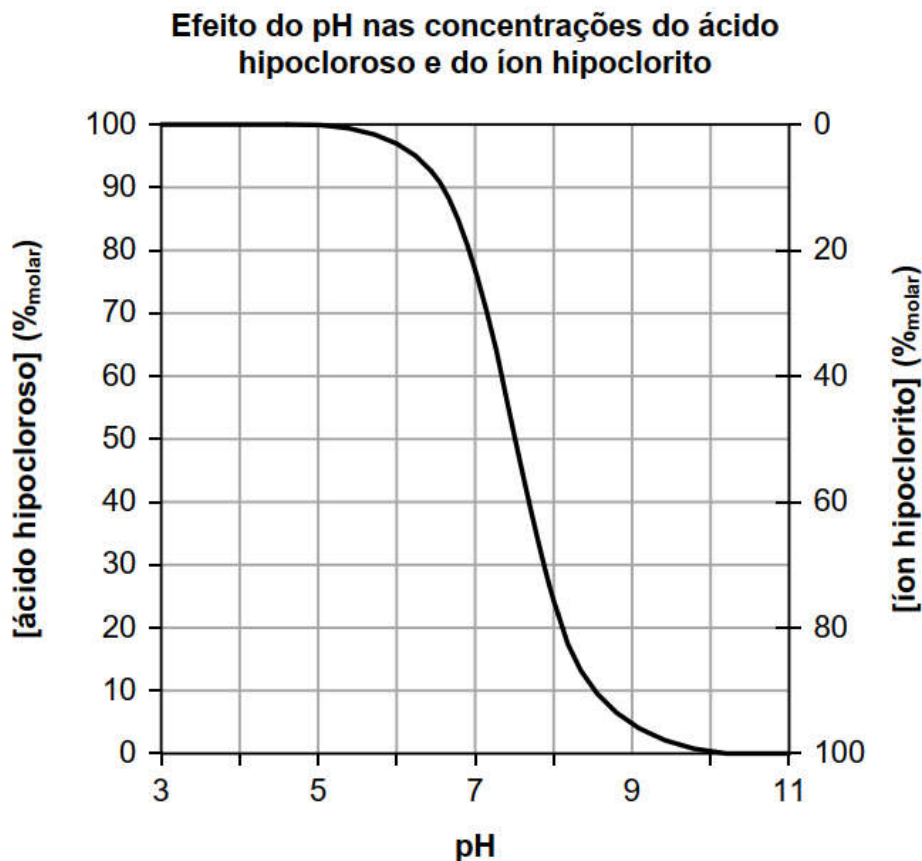
d) Composição do vapor γ : 20 % de octano (vapor) e 80 % de hexano (vapor).



6ª Questão (valor 1,0) – O cloro comercial é comumente usado na maioria das piscinas com o objetivo de eliminar micro-organismos. Uma das formas de aplicá-lo na água da piscina é a partir da adição de compostos contendo o íon hipoclorito ou de ácido tricloroisocianúrico, vulgarmente denominado tricloro, que reage com a água, formando ácido hipocloroso e ácido cianúrico. As estruturas do tricloro e do ácido cianúrico são apresentadas abaixo.



A soma das concentrações do ácido hipocloroso e do íon hipoclorito é chamada de “cloro livre”, e ambas estabelecem um equilíbrio dependente do pH, de acordo com o gráfico abaixo.



O ácido hipocloroso é oito vezes mais eficiente como agente biocida do que o íon hipoclorito. Quando o pH está baixo, o excesso de ácido hipocloroso favorece a formação de cloraminas, que são irritantes aos olhos dos banhistas. Quando o pH está alto, o poder de eliminação de micro-organismos é reduzido. Costuma-se considerar que o pH ótimo para aplicação em piscinas é de 7,5.

Uma das vantagens do uso do tricloro é que o ácido cianúrico retarda o processo de fotólise do “cloro livre” quando a água está exposta à ação dos raios ultravioleta. Sem o ácido cianúrico, a meia-vida do “cloro livre” é de 17 min. A adição do tricloro faz com que a perda de “cloro livre” ocorra a uma taxa de 15 % por dia. No entanto, o teor máximo recomendado de ácido cianúrico para piscinas é de 100 ppm. Já os teores do ácido hipocloroso e do íon hipoclorito devem ser mantidos, individualmente, entre 0,25 e 2,5 ppm.

Em uma piscina residencial de 5000 L, foram medidos um pH de 8,5 e um teor de “cloro livre” de 0,5 ppm. Adicionaram-se então 23,25 g de tricloro, ajustando-se o pH para o valor ótimo.

Com base nas informações acima:

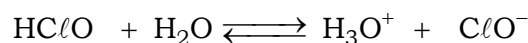
- a) determine se, após essa adição, a piscina estará em condições de uso.
- b) calcule em quantos dias o limite mínimo de cloro livre será atingido, caso a piscina não seja mais usada.

Dados: $\log(73) = 1,863$; $\log(17) = 1,230$; $\log(5) = 0,699$.

Resolução:

a) O pH da piscina influencia na ionização o ácido hipocloroso (HClO) e na relação $\frac{[ClO^-]}{[HClO]}$.

Observe:



$$K_i = \frac{[H_3O^+] \times [ClO^-]}{[HClO]}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{K_i}{[H_3O^+]} &= \frac{[ClO^-]}{[HClO]} \\ [H_3O^+] &= 10^{-pH} \end{aligned} \right\} \frac{K_i}{10^{-pH}} = \frac{[ClO^-]}{[HClO]}$$

Massas molares das substâncias envolvidas:

$$HClO = 1 + 35,5 + 16 = 52,5$$

$$M_{HClO} = 52,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$ClO^- = 35,5 + 16 = 52,5$$

$$M_{ClO^-} = 51,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$C_3N_3O_3Cl_3 = 3 \times 12 + 3 \times 14 + 3 \times 16 + 3 \times 35,5 = 232,5$$

$$M_{C_3N_3O_3Cl_3} = 232,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$C_3H_3N_3O_3 = 3 \times 12 + 3 \times 1 + 3 \times 14 + 3 \times 16 = 129$$

$$M_{C_3H_3N_3O_3} = 129 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Relação entre ppm e concentração:

$$1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ g}}{10^6 \text{ g}}$$

$$\text{Fazendo } 1 \text{ g} = 1 \text{ mL} \Rightarrow 1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ g}}{10^6 \text{ mL}} = \frac{1 \text{ g} \times 10^{-3}}{10^3 \text{ mL}}$$

$$1 \text{ ppm} = \frac{10^{-3} \text{ g}}{\text{L}} = 1 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

De acordo com o enunciado da questão, o gráfico apresentado utiliza a porcentagem molar (% molar) ou fração molar no eixo das ordenadas e valores de pH no eixo das abscissas.

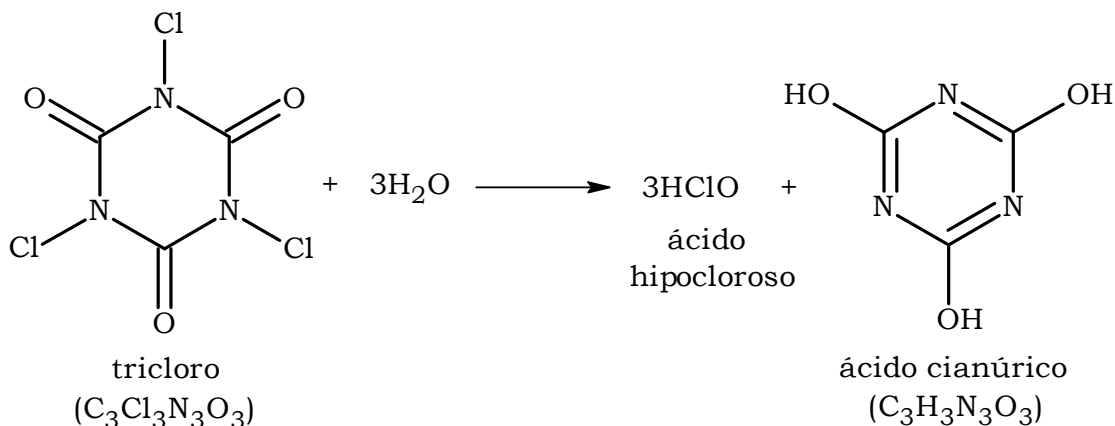
Para facilitar os cálculos, como as massas molares do ácido hipocloroso e do ânion hipoclorito são muito próximas trataremos a % molar (porcentagem em mols) como ppm (partes por milhão ou $\frac{\text{mg}}{\text{L}}$).

Antes da adição de ácido tricloroisocianúrico (triclóro), para o valor de pH igual a 8,5:

Teor de cloro livre = 0,5 ppm

Adicionaram-se então 23,25 g de tricloro, ajustando-se o pH para o valor ótimo (pH = 7,5).

De acordo com o enunciado, o ácido tricloroisocianúrico (denominado tricloro) reage com a água, formando ácido hipocloroso e ácido cianúrico, então:

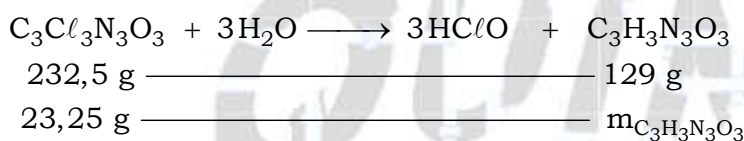


$$\text{C}_3\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_3 = 3 \times 12 + 3 \times 35,5 + 3 \times 14 + 3 \times 16 = 232,5$$

$$\text{HClO} = 1 + 35,5 + 16 = 52,5$$

$$\text{C}_3\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_3 = 3 \times 12 + 3 \times 1 + 3 \times 14 + 3 \times 16 = 129$$

$$m_{\text{C}_3\text{Cl}_3\text{N}_3\text{O}_3} = 23,25 \text{ g}$$



$$m_{\text{C}_3\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_3} = \frac{23,25 \text{ g} \times 129 \text{ g}}{232,5 \text{ g}} = 12,9 \text{ g}$$

$$V = 5000 \text{ L}$$

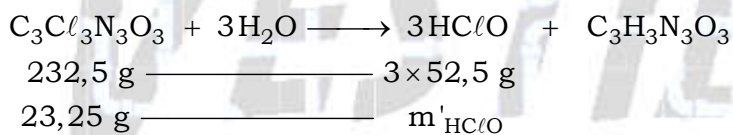
$$\text{Teor de } \text{C}_3\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_3 = \frac{m_{\text{C}_3\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_3}}{V} = \frac{12,9 \text{ g}}{5000 \text{ L}} = 2,58 \times \frac{1 \text{ ppm}}{10^{-3} \text{ g/L}}$$

$$\text{Teor de } \text{C}_3\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_3 = 2,58 \text{ ppm}$$

$2,58 \text{ ppm} < 100 \text{ ppm} \Rightarrow$ O valor encontrado está abaixo do valor máximo recomendado.

$\underbrace{\hspace{2em}}_{\text{Valor encontrado}}$
 $\underbrace{\hspace{2em}}_{\text{Valor máximo recomendado}}$

Em relação ao ácido cianúrico, a piscina está em condições de uso.



$$m_{\text{HClO}} = \frac{23,25 \text{ g} \times 3 \times 52,5 \text{ g}}{232,5 \text{ g}} = 15,75 \text{ g}$$

$$V = 5000 \text{ L}$$

$$\text{Novo teor de HClO} = \frac{m_{\text{HClO}}}{V} = \frac{15,75 \text{ g}}{5000 \text{ L}} = 3,15 \times \frac{1 \text{ ppm}}{10^{-3} \text{ g/L}}$$

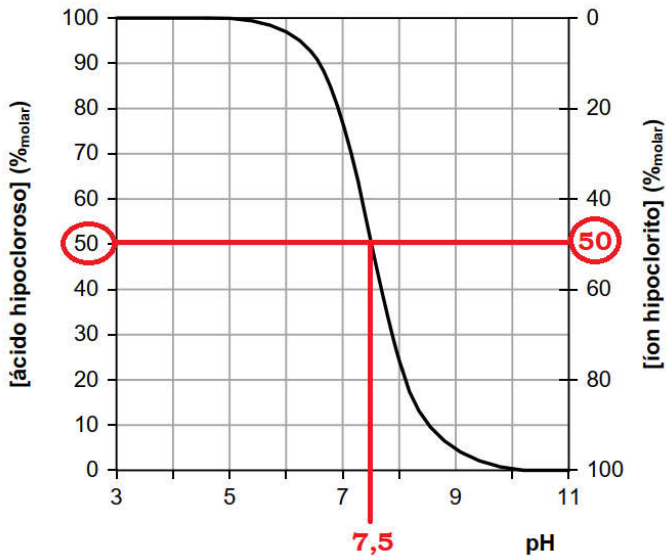
$$\text{Novo teor de HClO} = 3,15 \text{ ppm}$$

$$\text{Novo teor de cloro livre} = \text{Teor de cloro livre} + \text{Novo teor de HClO}$$

$$\text{Novo teor de cloro livre} = 0,5 \text{ ppm} + 3,15 \text{ ppm} = 3,65 \text{ ppm}$$

Com o ajuste do valor do pH para 7,5 (valor ótimo), teremos 50 % $\left(\frac{50}{100}\right)$ de cada espécie.

Efeito do pH nas concentrações do ácido hipocloroso e do íon hipoclorito



Faixa de teores de HClO e ClO^- (individualmente) recomendada: $0,25 \text{ ppm} < \text{Teor} < 2,5 \text{ ppm}$.

Novo teor de cloro livre = 3,65 ppm

$$\text{Teor de HClO} = \frac{50}{100} \times 3,65 \text{ ppm} = 1,825 \text{ ppm}$$

$0,25 \text{ ppm} < 1,825 \text{ ppm} < 2,5 \text{ ppm} \Rightarrow$ dentro da faixa recomendada

$$\text{Teor de ClO}^- = \frac{50}{100} \times 3,65 \text{ ppm} = 1,825 \text{ ppm}$$

$0,25 \text{ ppm} < 1,825 \text{ ppm} < 2,5 \text{ ppm} \Rightarrow$ dentro da faixa recomendada

Conclusão: a piscina estará em condições de uso.

b) De acordo com o texto a adição do tricloro faz com que a perda de “cloro livre” ocorra a uma taxa de 15 % por dia, ou seja, tem-se 100 % no início e após um dia $100 \% - 15 \% = 85 \%$.

Para a cinética de primeira ordem:

$$t = 1 \text{ dia}$$

$$\text{Teor de cloro livre: } (T_{\text{Cloro livre}}) = 85 \%$$

$$\text{Teor de cloro livre inicial: } (T_{\text{Cloro livre}})_0 = 100 \%$$

$$\frac{(T_{\text{Cloro livre}})}{(T_{\text{Cloro livre}})_0} = e^{(-k \times t)}$$

$$\left(\frac{85 \%}{100 \%} \right) = e^{(-k \times 1)}$$

$$\ln \left(\frac{85 \%}{100 \%} \right) = \ln e^{(-k \times 1)}$$

$$\ln \left(\frac{85}{100} \right) = -k$$

$$k = \ln \left(\frac{100}{85} \right) \quad (1)$$

Caso a piscina não seja mais usada :

$$t = ?$$

$$\text{Teor de cloro livre : } (T_{\text{Cloro livre}})' = 0,5 \text{ ppm}$$

$$\text{Teor de cloro livre inicial : } (T_{\text{Cloro livre}})'_0 = 3,65 \text{ ppm}$$

$$\frac{(T_{\text{Cloro livre}})'}{(T_{\text{Cloro livre}})'_0} = e^{(-k \times t)}$$

Aplicando \ln , vem :

$$\ln \frac{(T_{\text{Cloro livre}})'}{(T_{\text{Cloro livre}})'_0} = \ln e^{(-k \times t)}$$

$$\ln e^{(k \times t)} = \ln \frac{(T_{\text{Cloro livre}})'_0}{(T_{\text{Cloro livre}})'}$$

$$\ln e^{(k \times t)} = \ln \left(\frac{3,65 \text{ ppm}}{0,5 \text{ ppm}} \right)$$

$$k \times t = \ln \left(\frac{3,65}{0,5} \right) \quad (2)$$

Substituindo (1) em (2):

$$\ln \left(\frac{100}{85} \right) \times t = \ln \left(\frac{3,65}{0,5} \right)$$

$$\ln = 2,303 \log$$

$$2,303 \log \left(\frac{100}{85} \right) \times t = 2,303 \log \left(\frac{3,65}{0,5} \right)$$

$$\log \left(\frac{100}{85} \right) \times t = \log \left(\frac{3,65}{0,5} \right) \Rightarrow \log \left(\frac{100}{85} \right) \times t = \log(0,73)$$

$$\log \left(\frac{10^2}{5 \times 17} \right) \times t = \log \left(\frac{73}{10} \right)$$

$$(2 - \log 5 - \log 17) \times t = \log 73 - 1$$

$$(2 - 0,699 - 1,230) \times t = 1,863 - 1$$

$$t = \frac{0,863}{0,071} = 12,154929$$

$$t \approx 12,15 \text{ dias}$$

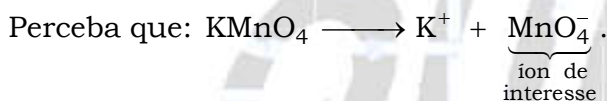
7ª Questão (valor 1,0) – Um minério de ferro, contendo Fe_3O_4 , foi analisado a partir da dissolução de uma amostra de massa 1,161 g em ácido. Na dissolução, todo o ferro proveniente do Fe_3O_4 foi reduzido a Fe^{2+} . A seguir, a amostra foi titulada com 40 mL de uma solução 0,025 mol/L de KMnO_4 , tendo como produtos Mn^{2+} e Fe^{3+} .

Diante do exposto:

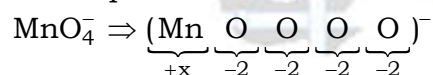
- a) escreva a equação iônica global simplificada de oxirredução, balanceada, ocorrida na titulação;
 b) determine a porcentagem em massa de Fe_3O_4 no minério.

Resolução:

a) As reações de oxirredução que ocorrem na descrição do enunciado da questão podem ser representadas por duas semirreações. Utilizando o método de balanceamento íon-elétron podemos chegar à equação global do processo.



Para o produto Mn^{2+} em meio ácido:

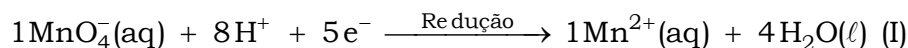
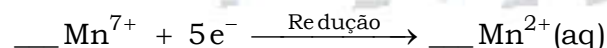
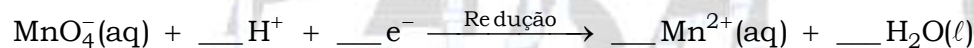


$$+x - 8 = -1$$

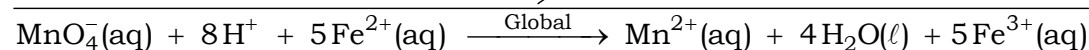
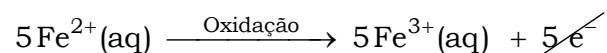
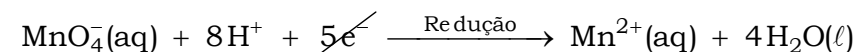
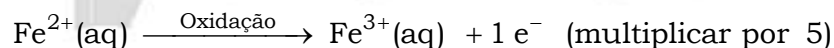
$$x = +7 \Rightarrow \text{Nox}(\text{Mn}) = +7$$

$$\text{Mn}^{2+} \Rightarrow \text{Nox}(\text{Mn}) = +2$$

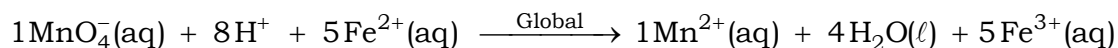
Acrescenta-se água (H_2O) aos produtos para balancear os oxigênios do MnO_4^- .



A partir de (I) e (II), vem:



Equação iônica global simplificada de oxirredução:

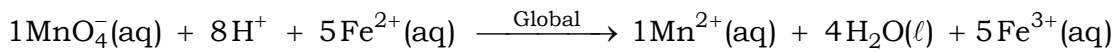


b) De acordo com o texto do enunciado, a amostra foi titulada com 40 mL (40×10^{-3} L) de uma solução 0,025 mol/L de KMnO_4 . A partir desta informação pode-se calcular o número de mols do íon MnO_4^- .

$$[\text{MnO}_4^-] = \frac{n_{\text{MnO}_4^-}}{V} \Rightarrow n_{\text{MnO}_4^-} = [\text{MnO}_4^-] \times V$$

$$n_{\text{MnO}_4^-} = 0,025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$n_{\text{MnO}_4^-} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol}$$



$$1 \text{ mol} \text{ ————— } 5 \text{ mol}$$

$$1 \times 10^{-3} \text{ mol} \text{ ————— } n_{\text{Fe}^{2+}}$$

$$n_{\text{Fe}^{2+}} = \frac{1 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 5 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Como o cátion Fe^{2+} é derivado do Fe_3O_4 , vem:

$$1 \text{ mol } \text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ ————— } 3 \text{ mol de } \text{Fe}^{2+}$$

$$n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} \text{ ————— } 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = \frac{1 \text{ mol} \times 5 \times 10^{-3} \text{ mol}}{3 \text{ mol}}$$

$$n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = \frac{5}{3} \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Fe}_3\text{O}_4 = 3 \times 56 + 4 \times 16 = 232$$

$$M_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = 232 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = \frac{m_{\text{Fe}_3\text{O}_4}}{M_{\text{Fe}_3\text{O}_4}} \Rightarrow m_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} \times M_{\text{Fe}_3\text{O}_4}$$

$$m_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = \frac{5}{3} \times 10^{-3} \text{ mol} \times 232 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = \frac{5}{3} \times 232 \times 10^{-3} \text{ g}$$

Determinação da porcentagem:

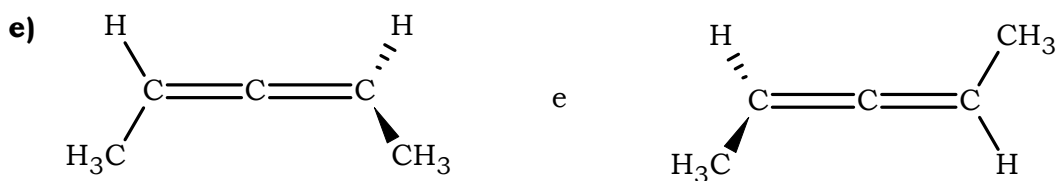
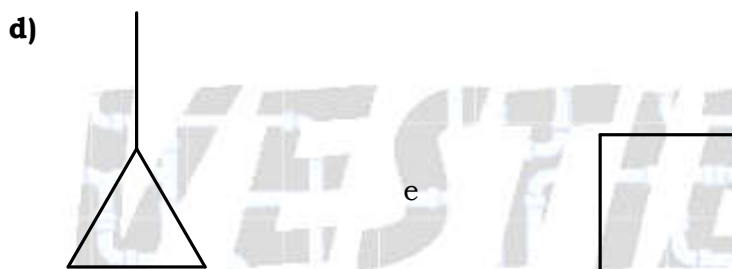
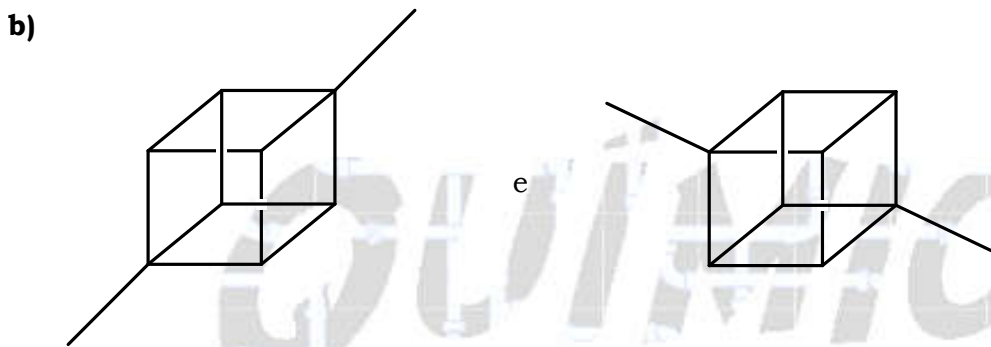
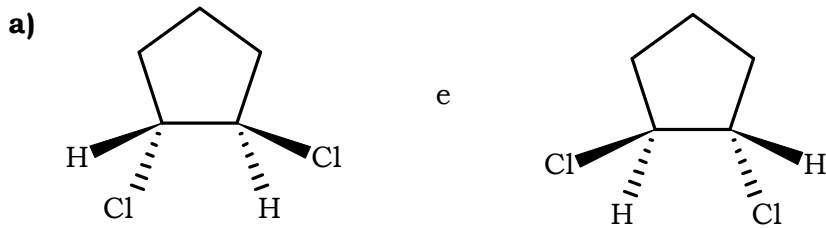
$$1,161 \text{ g de } \text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ ————— } 100\%$$

$$\left(\frac{5}{3} \times 232 \times 10^{-3} \text{ g} \right) \text{ ————— } p$$

$$p = \frac{\left(\frac{5}{3} \times 232 \times 10^{-3} \text{ g} \right) \times 100\%}{1,161 \text{ g}}$$

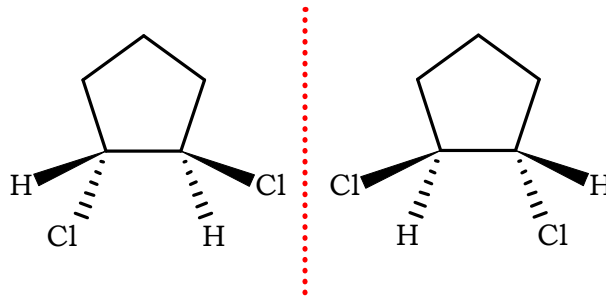
$$p = 33,3 \%$$

8ª Questão (valor 1,0) – Estabeleça a relação entre os pares cujas estruturas estão representadas abaixo, identificando-os como enantiômeros, diastereoisômeros, isômeros constitucionais ou representações diferentes de um mesmo composto.

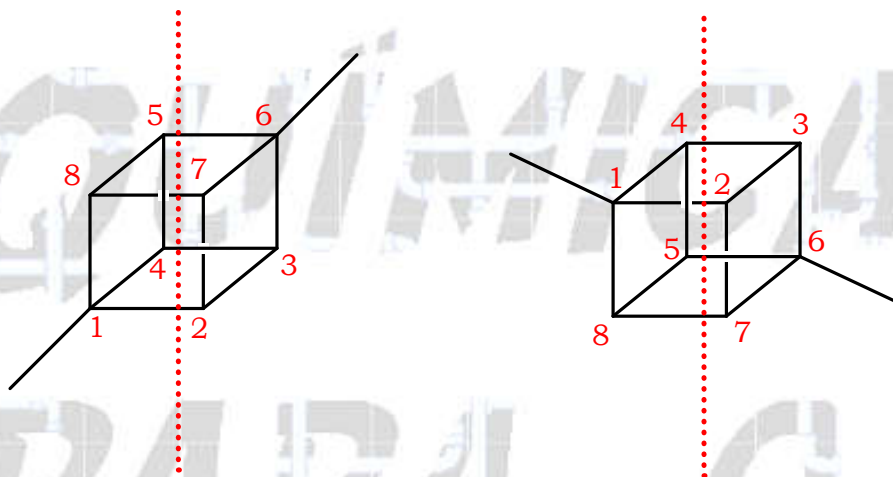


Resolução:

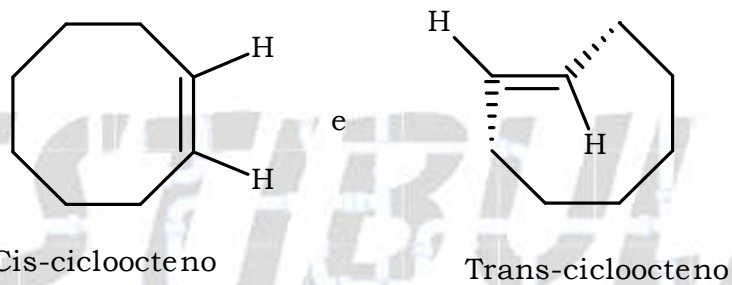
a) Enantiômeros, ou seja, imagens especulares e não sobreponíveis.



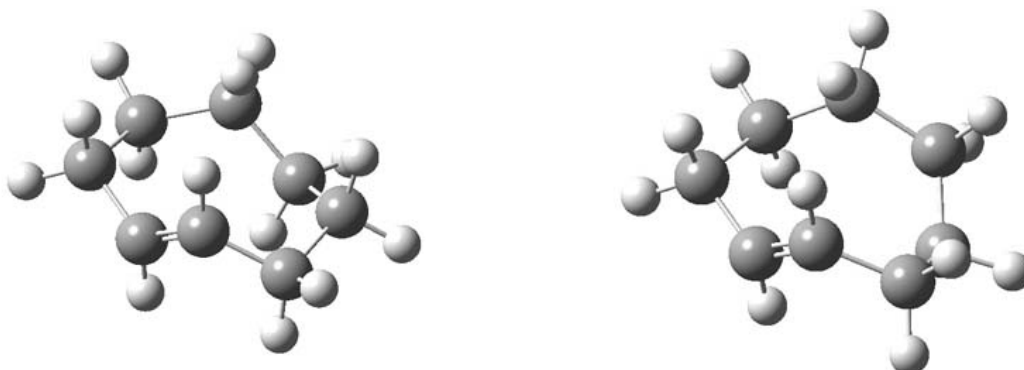
b) Representações diferentes de um mesmo composto. Observe a numeração:



c) Diastereoisômeros, pois representam isômeros cis e trans do cicloocteno (não sobreponíveis).

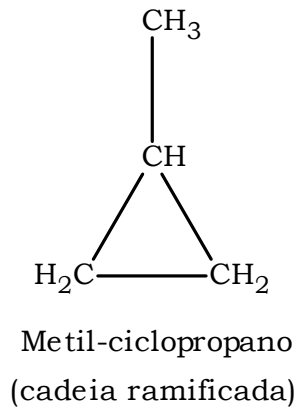


Observação: as representações tridimensionais destes isômeros são complexas; abaixo se tem possíveis representações para o Trans-cicloocteno.

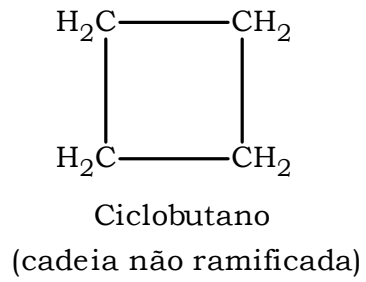


Fonte: <http://comporgchem.com/blog/?p=1709>

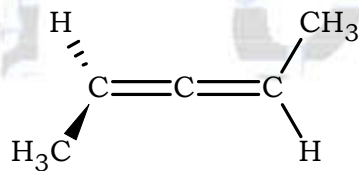
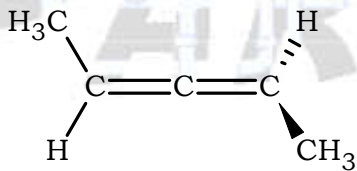
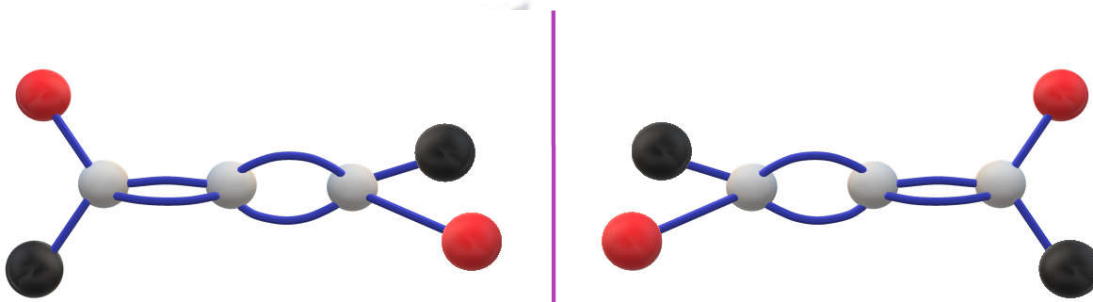
d) Isômeros constitucionais, pois representam isômeros de cadeia.



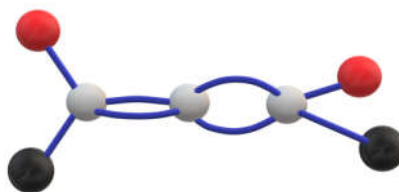
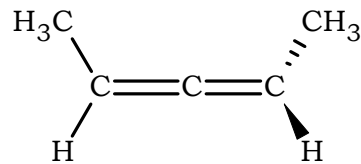
e



e) Representações diferentes de um mesmo composto.



Rotação ao
redor do eixo
 $\text{C}=\text{C}=\text{C}$



9ª Questão (valor 1,0) – O minério de bauxita é uma mistura de óxido de alumínio e outros compostos. Para obtenção do alumínio puro, inicialmente a bauxita é aquecida em um reator, juntamente com uma solução de hidróxido de sódio, formando hidróxido de alumínio. Após purificação e calcinação, o hidróxido gera óxido de alumínio, que é então dissolvido em um eletrólito inerte e eletrolisado com anodos de carbono. Esses anodos reagem com o óxido, eliminando gás não tóxico.

Uma indústria tem a capacidade de processar até 9 mil toneladas de bauxita por dia e, a cada 6 kg desse minério são obtidos 3,6 kg de óxido de alumínio. Atualmente, a indústria aplica à cuba eletrolítica uma corrente de 130 MA durante 24 horas. Supondo 100 % de eficiência da corrente, calcule o percentual da capacidade máxima que é atualmente utilizado pela indústria.

Resolução:

De acordo com o texto, a cada 6 kg de bauxita (mistura) são obtidos 3,6 kg de óxido de alumínio (Al_2O_3). A indústria tem a capacidade de processar até 9 mil toneladas de bauxita por dia. Então:

9 mil toneladas = 9.000×1000 kg

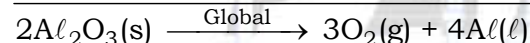
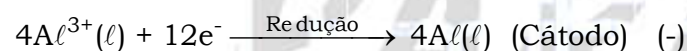
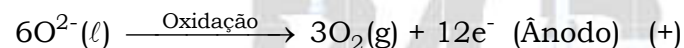
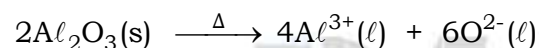
6 kg de bauxita ————— 3,6 kg de Al_2O_3

9.000×1000 kg de bauxita ————— $m_{Al_2O_3}$

$$m_{Al_2O_3} = \frac{9.000 \times 1000 \text{ kg} \times 3,6 \text{ kg}}{6 \text{ kg}}$$

$$m_{Al_2O_3} = 5,4 \times 10^6 \underbrace{\text{kg}}_{10^3} = 5,4 \times 10^9 \text{ g} \Rightarrow m_{Al_2O_3} = 5400 \times 10^6 \text{ g}$$

$m_{Al_2O_3} = 5400$ t (100 % de eficiência de corrente)



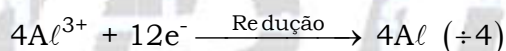
Dados do cabeçalho: $1 F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$; $Al_2O_3 = 102$ ($M_{Al_2O_3} = 102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$).

$$i = 130 \text{ MA} = 130 \times 10^6 \text{ A}$$

$$t = 24 \text{ h} = 24 \times 60 \times 60 \text{ s}$$

$$Q = i \times t$$

$$Q = 130 \times 10^6 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ A} \cdot \text{s} = 130 \times 10^6 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ C}$$

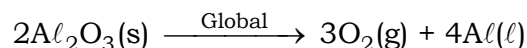


$$3 \times 96500 \text{ C} \text{ ————— } 1 \text{ mol}$$

$$130 \times 10^6 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ C} \text{ ————— } n_{Al}$$

$$n_{Al} = \frac{130 \times 10^6 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ C} \times 1 \text{ mol}}{3 \times 96500 \text{ C}}$$

$$n_{Al} = 38,8 \times 10^6 \text{ mol}$$



$$2 \times 102 \text{ g} \text{ ————— } 4 \text{ mol}$$

$$m_{Al_2O_3} \text{ ————— } 38,8 \times 10^6 \text{ mol}$$

$$m_{Al_2O_3} = \frac{2 \times 102 \text{ g} \times 38,8 \times 10^6 \text{ mol}}{4 \text{ mol}}$$

$$m_{Al_2O_3} = 1978,8 \times 10^6 \underbrace{\text{g}}_{1 \text{ t}}$$

$$m_{Al_2O_3} = 1978,8 \text{ t}$$

$$5400 \text{ t} \text{ ————— } 100 \% \text{ de eficiência}$$

$$1978,8 \text{ t} \text{ ————— } P_{\text{(utilizado)}}$$

$$P_{\text{(utilizado)}} = \frac{1978,8 \text{ t} \times 100 \%}{5400 \text{ t}}$$

$$P_{\text{(utilizado)}} = 36,64 \%$$

10ª Questão (valor 1,0) – Em um experimento em laboratório, tomaram-se duas amostras de 0,177 g de um composto de fórmula $C_aH_bO_cN_d$. Uma das amostras foi completamente consumida por combustão, gerando 0,264 g de CO_2 e 0,135 g de vapor de água. A outra reagiu totalmente com compostos não nitrogenados, gerando amônia como único produto nitrogenado, a qual necessitou de 3 cm^3 de uma solução 0,5 mol/L de ácido sulfúrico para sua completa neutralização. Determine a fórmula empírica do composto.

Resolução:

Para a segunda amostra de 0,177 g:

De acordo com o texto, a amônia (NH_3) necessitou de 3 cm^3 ($3 \times 10^{-3} \text{ L}$) de uma solução 0,5 mol/L de ácido sulfúrico para sua completa neutralização. A partir desta informação, vem:

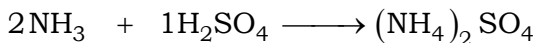
$$0,5 \text{ mol de } H_2SO_4 \text{ ————— } 1 \text{ L}$$

$$n_{H_2SO_4} \text{ ————— } 3 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$n_{H_2SO_4} = \frac{0,5 \text{ mol} \times 3 \times 10^{-3} \text{ L}}{1 \text{ L}}$$

$$n_{H_2SO_4} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Reação:



$$2 \text{ mol} \text{ — } 1 \text{ mol de } H_2SO_4$$

$$n_{NH_3} \text{ — } 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol de } H_2SO_4$$

$$n_{NH_3} = \frac{2 \text{ mol} \times 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}}{1 \text{ mol}}$$

$$n_{NH_3} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol} = 0,003 \text{ mol}$$

$$n_{NH_3} = 0,003 \text{ mol}$$

0,003 mol de NH_3 tem 0,003 mol de N.

$$m_{(N)} = 0,003 \times 14 \text{ g} = 0,042 \text{ g}$$

Para a primeira amostra de 0,177 g:

$$CO_2 = 44; M_{CO_2} = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}} = \frac{0,264 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,006 \text{ mol}$$

$$n_{(C)} = 0,006 \text{ mol}$$

0,006 mol de CO_2 tem 0,006 mol de C.

$$m_{(C)} = 0,006 \times 12 \text{ g} = 0,072 \text{ g}$$

$$H_2O = 18; M_{H_2O} = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{0,135 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,0075 \text{ mol}$$

0,0075 mol de H_2O tem $2 \times 0,0075$ mol de H.

$$n_{(H)} = 2 \times 0,0075 \text{ mol} = 0,015 \text{ mol}$$

$$m_{(H)} = 0,015 \times 1 \text{ g} = 0,015 \text{ g}$$

Para a primeira amostra a quantidade de nitrogênio é igual a da segunda amostra.

$$m_{(N)} = 0,003 \times 14 = 0,042 \text{ g}$$

$$m_{\text{amostra}} = m_{(C)} + m_{(H)} + m_{(O)} + m_{(N)}$$

$$0,177 \text{ g} = 0,072 \text{ g} + 0,015 \text{ g} + m_{(O)} + 0,042 \text{ g}$$

$$m_{(O)} = 0,048 \text{ g}$$

$$n_{(O)} = \frac{m_{(O)}}{M_{(O)}} = \frac{0,048 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,003 \text{ mol}$$

