

CONHECIMENTOS GERAIS E ESPECÍFICOS

CONHECIMENTOS GERAIS

56. O caráter iônico de uma ligação é tanto maior quanto maior for a diferença de eletronegatividade entre os átomos que interagem. Considerando a posição de cada elemento na Tabela Periódica, apresenta maior caráter iônico o composto

- (A) K_2O
- (B) MgI_2
- (C) Al_2S_3
- (D) $LiBr$
- (E) NaH

Resolução: alternativa A

Num mesmo grupo ou família, quanto maior o período, menor a eletronegatividade. O composto K_2O apresenta o maior caráter iônico, pois dos metais apresentados nas fórmulas o potássio (K) está localizado no maior período (quarto) e o oxigênio é o segundo elemento de maior eletronegatividade da tabela periódica.

Observação teórica:

Electronegativity increases →

Period	→																	
1	H 2.20																	He
2	Li 0.98	Be 1.57											B 2.04	C 2.55	N 3.04	O 3.44	F 3.98	Ne
3	Na 0.93	Mg 1.31											Al 1.61	Si 1.90	P 2.19	S 2.58	Cl 3.16	Ar
4	K 0.82	Ca 1.00	Sc 1.36	Ti 1.54	V 1.63	Cr 1.66	Mn 1.55	Fe 1.83	Co 1.88	Ni 1.91	Cu 1.90	Zn 1.65	Ga 1.81	Ge 2.01	As 2.18	Se 2.55	Br 2.96	Kr 3.00
5	Rb 0.82	Sr 0.95	Y 1.22	Zr 1.33	Nb 1.6	Mo 2.16	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.28	Pd 2.20	Ag 1.93	Cd 1.69	In 1.78	Sn 1.96	Sb 2.05	Te 2.1	I 2.66	Xe 2.6
6	Cs 0.79	Ba 0.89	*	Hf 1.3	Ta 1.5	W 2.36	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.20	Pt 2.28	Au 2.54	Hg 2.00	Tl 1.62	Pb 2.33	Bi 2.02	Po 2.0	At 2.2	Rn
7	Fr 0.7	Ra 0.9	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
Lanthanides	*	La 1.1	Ce 1.12	Pr 1.13	Nd 1.14	Pm 1.13	Sm 1.17	Eu 1.2	Gd 1.2	Tb 1.1	Dy 1.22	Ho 1.23	Er 1.24	Tm 1.25	Yb 1.1	Lu 1.27		
Actinides	**	Ac 1.1	Th 1.3	Pa 1.5	U 1.38	Np 1.36	Pu 1.28	Am 1.13	Cm 1.28	Bk 1.3	Cf 1.3	Es 1.3	Fm 1.3	Md 1.3	No 1.3	Lr 1.3		

$\Delta E (K_2O) = 3,44 - 0,82 = 2,62$ (maior diferença de eletronegatividade)

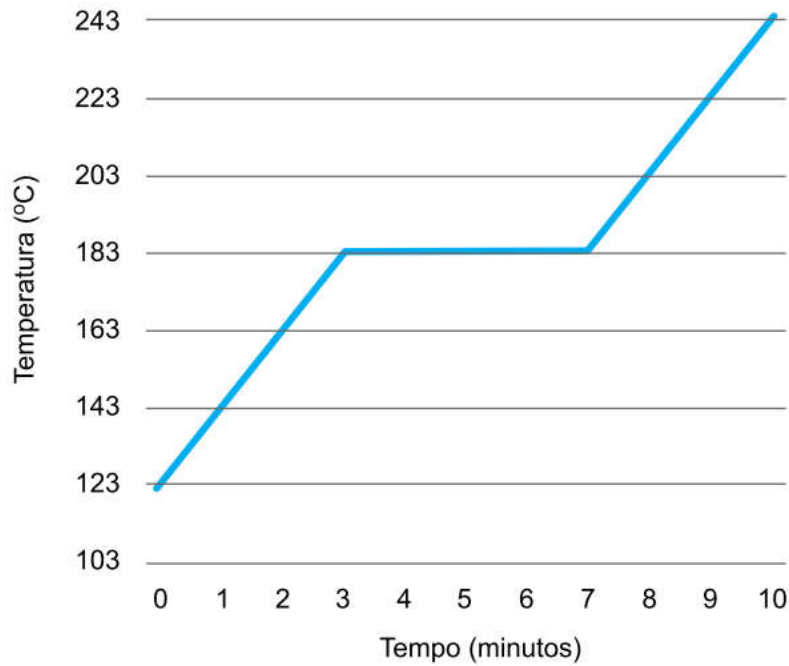
$\Delta E (MgI_2) = 2,66 - 1,31 = 1,35$

$\Delta E (Al_2S_3) = 1,90 - 1,61 = 0,29$

$\Delta E (LiBr) = 2,96 - 0,98 = 1,98$

$\Delta E (NaH) = 2,20 - 0,93 = 1,27$

57. O gráfico refere-se ao aquecimento de um material sólido.

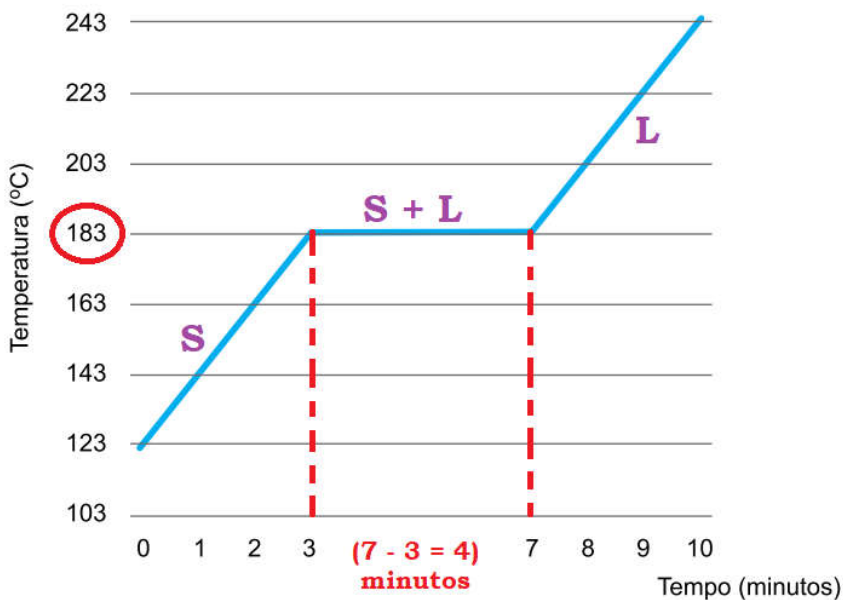


Assinale a alternativa correta a respeito das informações apresentadas.

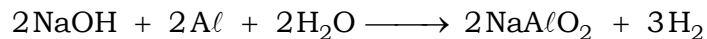
- (A) Durante 4 minutos existiu um sistema heterogêneo.
- (B) A densidade do material é constante durante o aquecimento.
- (C) A mudança de estado termina no instante 10 minutos.
- (D) O tempo de fusão do material foi de 7 minutos.
- (E) A temperatura de ebulição do material é 243 °C.

Resolução: alternativa A

Durante 4 minutos existiu um sistema heterogêneo sólido – líquido (mudança de estado), pois a temperatura se manteve constante em 183 °C.



58. O hidrogênio gasoso pode ser produzido a partir da reação entre alumínio e hidróxido de sódio, conforme a equação a seguir:

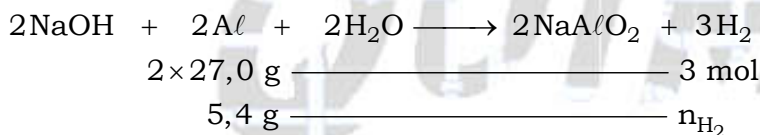


Em um experimento conduzido em laboratório, 5,4 g de alumínio com 90 % de pureza reagiram com NaOH em excesso, produzindo gás hidrogênio, que foi recolhido em um recipiente a 1 atm e 27 °C. Considerando a constante universal dos gases igual a $0,08 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, o volume de gás hidrogênio recolhido foi de

(A) 5,830 L. (B) 0,648 L. (C) 7,200 L. (D) 0,583 L. (E) 6,480 L.

Resolução: alternativa E

$$\text{Al} = 27,0; M_{\text{Al}} = 27,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$n_{\text{H}_2} = \frac{5,4 \text{ g} \times 3 \text{ mol}}{2 \times 27,0 \text{ g}} = 0,3 \text{ mol}$$

$$P = 1 \text{ atm}; T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$R = 0,08 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$P \times V = n_{\text{H}_2} \times R \times T$$

$$1 \text{ atm} \times V = 0,3 \text{ mol} \times 0,08 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}$$

$$V = 7,200 \text{ L}$$

59. A diferença entre as temperaturas de ebulição de duas substâncias pode estar relacionada à massa molecular dessas duas substâncias ou ao tipo de interação intermolecular que ocorre entre elas. A tabela apresenta as temperaturas de ebulição de algumas substâncias.

Substância		Temperatura de ebulição (°C)
Nome	Fórmula molecular	
Água	H ₂ O	100,0
Sulfeto de hidrogênio	H ₂ S	- 60,0
Ácido fluorídrico	HF	19,5
Ácido clorídrico	HCl	- 84,9
Ácido bromídrico	HBr	- 67,0
Amônia	NH ₃	- 33,4
Fosfina	PH ₃	- 87,7
Etoxietano	C ₄ H ₁₀ O	34,6
Etanol	C ₂ H ₆ O	78,4

A massa molecular tem maior influência na diferença entre pontos de ebulição quando são comparadas as substâncias

- (A) C₂H₆O e C₄H₁₀O
- (B) HCl e HBr
- (C) HF e HCl
- (D) H₂O e H₂S
- (E) NH₃ e PH₃

Resolução: alternativa B

Substância	Fórmula molecular	T. E. (°C)	Interação intermolecular predominante
Água	H ₂ O	100,0	Ligação de hidrogênio
Sulfeto de hidrogênio	H ₂ S	- 60,0	Dipolo permanente
Ácido fluorídrico	HF	19,5	Ligação de hidrogênio
Ácido clorídrico	HCl	- 84,9	Dipolo permanente
Ácido bromídrico	HBr	- 67,0	Dipolo permanente
Amônia	NH ₃	- 33,4	Ligação de hidrogênio
Fosfina	PH ₃	- 87,7	Dipolo induzido
Etoxietano	C ₄ H ₁₀ O	34,6	Dipolo permanente
Etanol	C ₂ H ₆ O	78,4	Ligação de hidrogênio

Deve-se, preferencialmente, comparar substâncias que “fazem” o mesmo tipo de interação intermolecular.

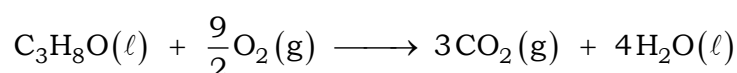
Ligação de hidrogênio: H₂O, HF, NH₃ e C₂H₆O.

Dipolo permanente: H₂S, HCl, HBr e C₄H₁₀O.

Dipolo induzido: PH₃.

Conclusão: das alternativas fornecidas HCl e HBr “fazem dipolo permanente” (pertencem a mesma “série HX”) sendo a massa molecular do HBr maior.

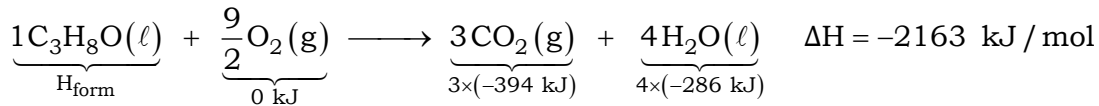
60. O álcool isopropílico (C₃H₈O) é utilizado em produtos de limpeza de componentes eletrônicos e superfícies de vidro, como lentes de óculos e telas de computadores. Sua combustão libera 2163 kJ/mol e a equação que representa essa reação é:



Considerando que as entalpias de formação do CO₂(g) e do H₂O(ℓ) valem -394 kJ/mol e -286 kJ/mol, respectivamente, a entalpia de formação do álcool isopropílico é igual a

- (A) -1483 kJ/mol.
 (B) +1483 kJ/mol.
 (C) -163 kJ/mol.
 (D) +163 kJ/mol.
 (E) -2843 kJ/mol.

Resolução: alternativa C



$$\Delta H = H_{\text{Produtos}} - H_{\text{Reagentes}}$$

$$-2163 \text{ kJ} = [3 \times (-394 \text{ kJ}) + 4 \times (-286 \text{ kJ})] - [H_{\text{form}} + 0 \text{ kJ}]$$

$$H_{\text{form}} = -1182 \text{ kJ} - 1144 \text{ kJ} + 2163 \text{ kJ}$$

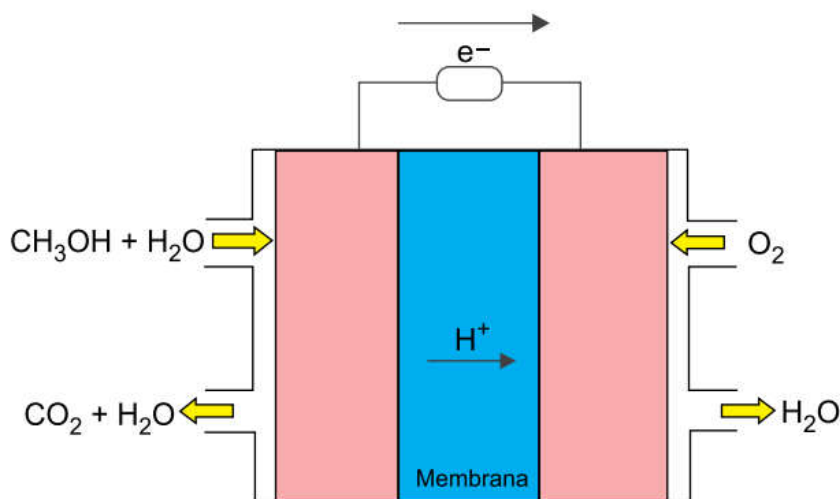
$$H_{\text{form}} = -163 \text{ kJ/mol}$$

Leia o texto para responder às questões **61** e **62**.

Uma empresa japonesa desenvolveu uma minicélula eletroquímica que utiliza uma carga de metanol (CH_3OH) de 2 cm^3 , sendo capaz de alimentar um tocador de MP3 por até 20 horas.

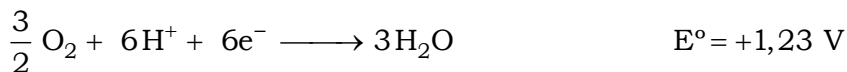
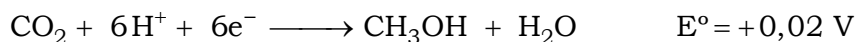
(www.inovacaotecnologica.com.br, 03.03.2005. Adaptado.)

A figura representa, simplificada, o funcionamento de uma célula eletroquímica cujo combustível é o metanol.



(Hebe M. Villullas *et al.* "Células a combustível: energia limpa a partir de fontes renováveis". *Química Nova na Escola*, nº 15, maio de 2002. Adaptado.)

Os potenciais de redução associados às reações que ocorrem nessa célula a combustível são:



61. Considerando a constante de Avogadro igual a $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ e a densidade do metanol igual a $0,8 \text{ g/cm}^3$, o número de moléculas desse álcool existente em cada carga da célula é igual a

- (A) $4,5 \times 10^{22}$.
- (B) $1,5 \times 10^{22}$.
- (C) $3,0 \times 10^{22}$.
- (D) $3,0 \times 10^{21}$.
- (E) $1,5 \times 10^{21}$.

Resolução: alternativa C

A minicélula eletroquímica utiliza uma carga de metanol (CH_3OH) de 2 cm^3 , então:

$$d_{\text{Metanol}} = 0,8 \text{ g/cm}^3$$

$$1 \text{ cm}^3 \text{ ————— } 0,8 \text{ g de Metanol}$$

$$2 \text{ cm}^3 \text{ ————— } m_{\text{Metanol}}$$

$$m_{\text{Metanol}} = \frac{2 \text{ cm}^3 \times 0,8 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} = 1,6 \text{ g}$$

$$\text{CH}_3\text{OH} = 12 + 4 \times 1 + 16 = 32$$

$$M_{\text{CH}_3\text{OH}} = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$32 \text{ g de CH}_3\text{OH} \text{ ————— } 6 \times 10^{23} \text{ moléculas}$$

$$1,6 \text{ g de CH}_3\text{OH} \text{ ————— } x$$

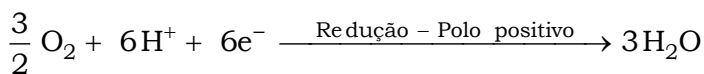
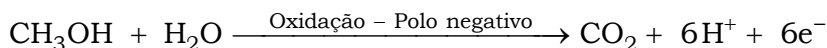
$$x = \frac{1,6 \text{ g} \times 6 \times 10^{23} \text{ moléculas}}{32 \text{ g}} = 0,3 \times 10^{23} \text{ moléculas}$$

$$x = 3,0 \times 10^{22} \text{ moléculas}$$

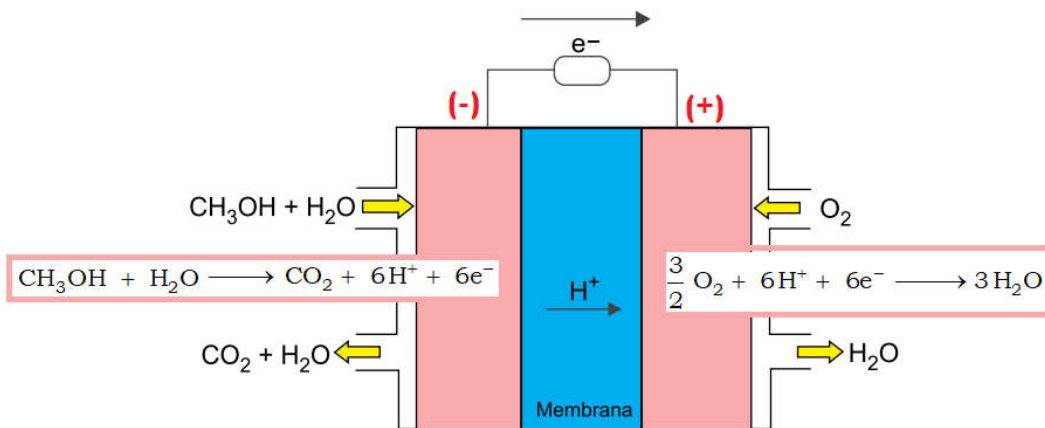
62. Sobre a célula eletroquímica a metanol, é correto afirmar que:

- (A) seu funcionamento torna o meio ácido.
- (B) o número de oxidação do carbono diminui 6 unidades.
- (C) o oxigênio é reduzido no polo positivo da célula.
- (D) sua ddp teórica é igual a $+1,25 \text{ V}$.
- (E) o metanol atua como agente oxidante da célula.

Resolução: alternativa C



O oxigênio (O_2) é reduzido no polo positivo da célula.



63. Fenpropatrina é um inseticida utilizado no controle da lagarta da soja. É vendido na forma de uma emulsão óleo-água com concentração de $0,3 \text{ mol/L}$. O fabricante recomenda a aplicação de 500 mL da emulsão, diluída em 200 litros de água, por hectare de plantação. A concentração da solução preparada de acordo com a recomendação do fabricante é igual a

- (A) $1,5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$.
- (B) $7,5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$.
- (C) $1,5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$.
- (D) $3,0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$.
- (E) $7,5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$.

Resolução: alternativa E

$$[\text{Fenpropatrina}]_{\text{inicial}} = 0,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$V_{\text{emulsão}} = 500 \text{ mL} = 0,5 \text{ L}$$

$$V_{\text{água}} = 200 \text{ L}$$

$$V_{\text{final}} = V_{\text{emulsão}} + V_{\text{água}} = 0,5 \text{ L} + 200 \text{ L} = 200,5 \text{ L}$$

Diluição :

$$[\text{Fenpropatrina}]_{\text{inicial}} \times V_{\text{inicial}} = [\text{Fenpropatrina}]_{\text{final}} \times V_{\text{final}}$$

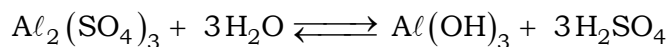
$$0,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,5 \text{ L} = [\text{Fenpropatrina}]_{\text{final}} \times 200,5 \text{ L}$$

$$[\text{Fenpropatrina}]_{\text{final}} = \frac{0,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,5 \text{ L}}{200,5 \text{ L}}$$

$$[\text{Fenpropatrina}]_{\text{final}} = 0,0007481 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{Fenpropatrina}]_{\text{final}} = 7,481 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 7,5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

64. A primeira etapa do tratamento de água em uma Estação de Tratamento de Águas (ETA) é a adição de $Al_2(SO_4)_3$ para produzir o $Al(OH)_3$, agente floculante responsável pela aglutinação das impurezas presentes na água que chega à estação. A equação que representa essa reação está apresentada a seguir:



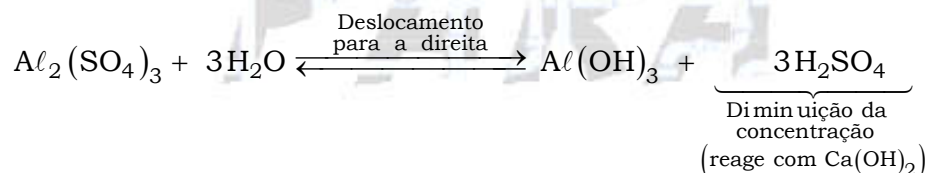
As ETAs adicionam uma segunda substância nessa etapa para aumentar o rendimento dessa reação. A substância que apresenta essa função é

- (A) $Ca(OH)_2$
- (B) $FeCl_3$
- (C) KNO_3
- (D) $NaClO$
- (E) NaF

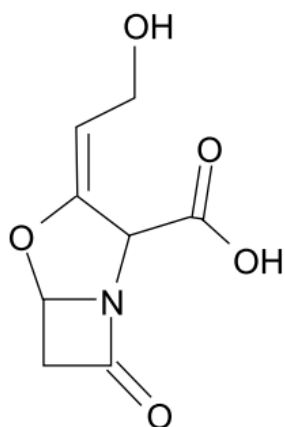
Resolução: alternativa A

As ETAs adicionam hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$) para aumentar o pH ou alcalinizar o meio ou corrigir o pH, pois esta base reage com o ácido sulfúrico (H_2SO_4) aumentando o rendimento da reação direta.

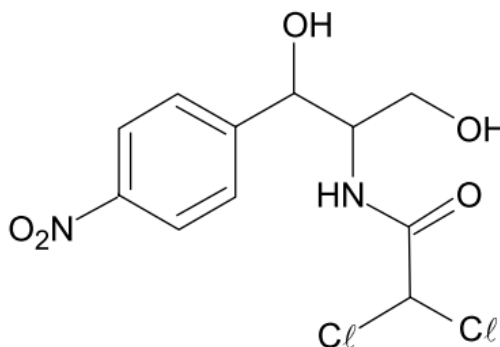
Analisando o equilíbrio:



65. O ácido clavulânico e o cloranfenicol são antibióticos de origem natural produzidos por bactérias do gênero *Streptomyces*. As fórmulas estruturais desses antibióticos estão representadas a seguir.



ácido clavulânico

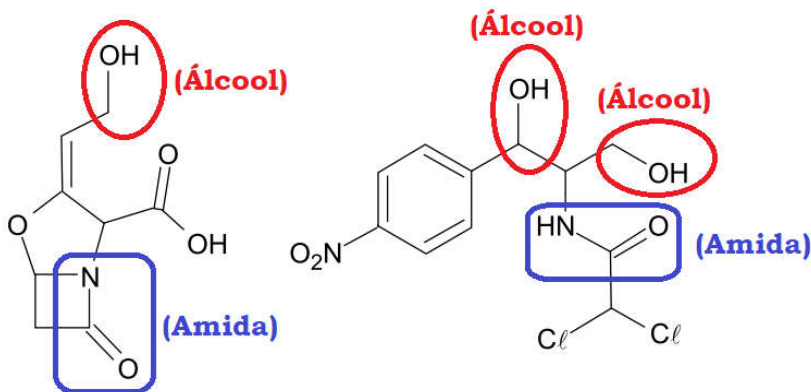


cloranfenicol

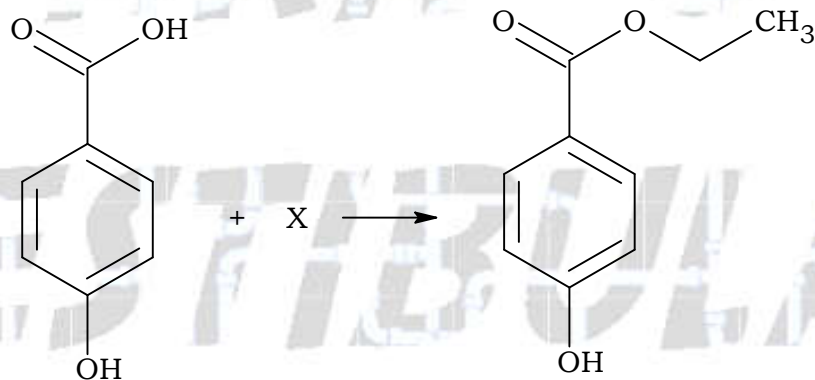
Esses antibióticos possuem em comum grupos funcionais característicos das funções orgânicas

- (A) cetona e amina.
- (B) álcool e amina.
- (C) cetona e álcool.
- (D) amida e álcool.
- (E) amida e ácido carboxílico.

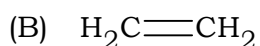
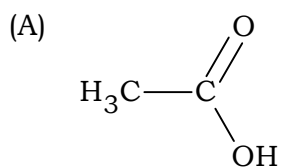
Resolução: alternativa D

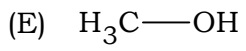
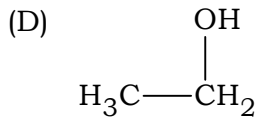
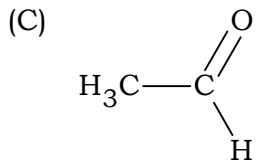


66. O para-hidroxibenzoato de etila é uma substância utilizada como conservante de alimentos devido à sua ação antibacteriana e antifúngica. Pode ser produzido pela reação entre o ácido para-hidroxibenzoico e a substância X, conforme mostra a equação a seguir.

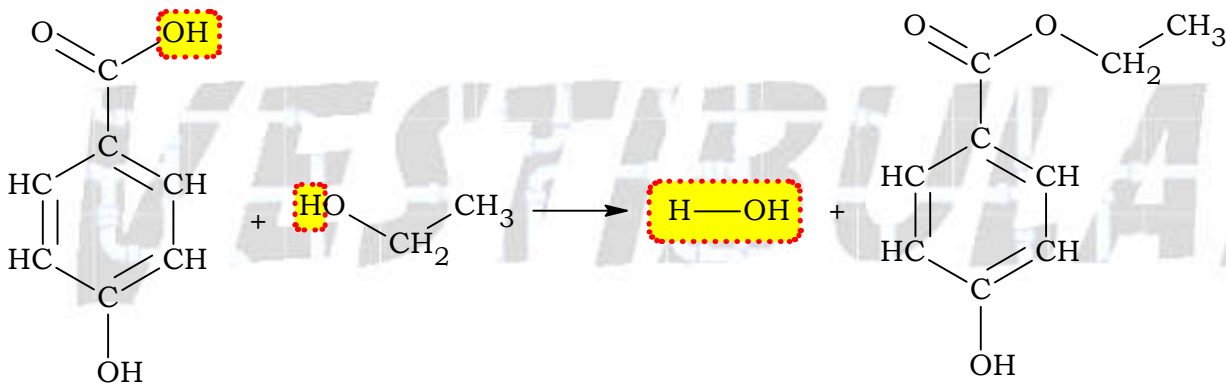
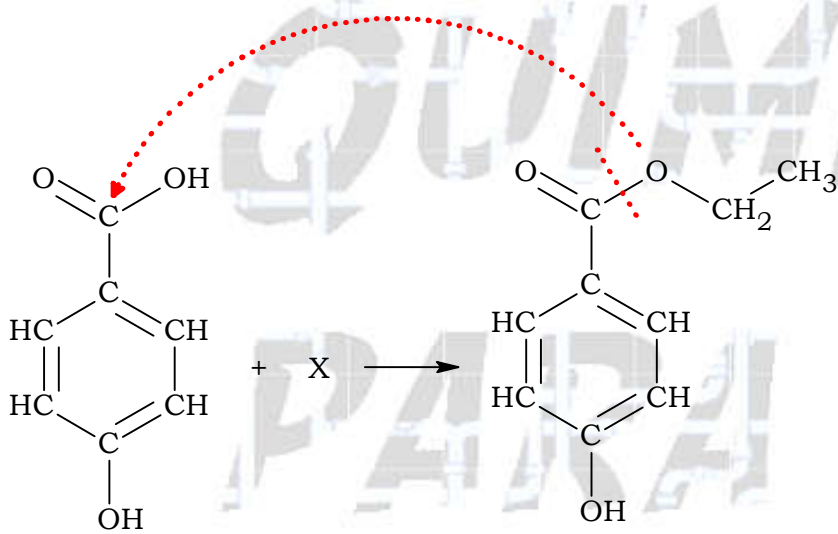


A fórmula estrutural da substância X é



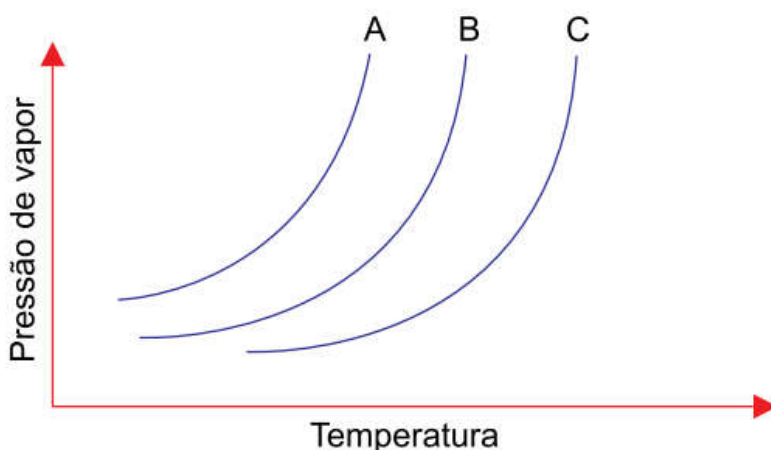


Resolução: alternativa D



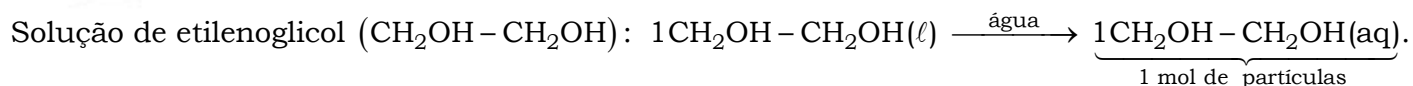
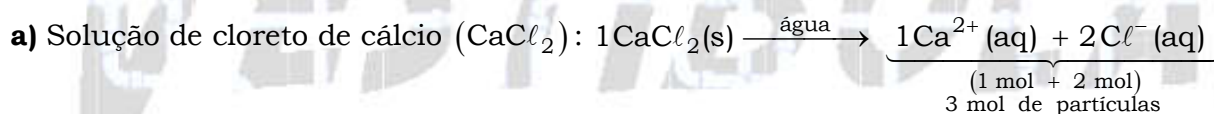
CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Questão 09. A dissolução de substâncias em água modifica as propriedades desse solvente, tais como a sua condutividade elétrica e sua pressão de vapor. Considere duas soluções aquosas de mesma concentração em mol/L, uma delas contendo cloreto de cálcio (CaCl_2) e a outra contendo etilenoglicol ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$). No gráfico de variação de pressão de vapor em função da temperatura, as curvas A, B e C representam, não necessariamente nessa ordem, água pura, solução de cloreto de cálcio e solução de etilenoglicol.



- a) Relacione as soluções de cloreto de cálcio e de etilenoglicol a suas respectivas curvas no gráfico.
- b) Equacione a dissociação da substância que forma solução eletrolítica. Por que essa solução é condutora de corrente elétrica?

Resolução:



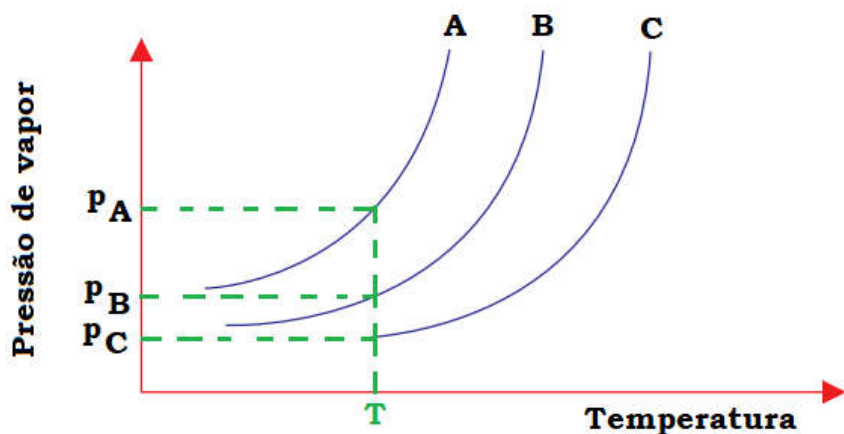
Quanto maior o número de mols de partículas, maior o efeito coligativo, ou seja, neste caso menor a pressão de vapor numa dada temperatura.

Solução de cloreto de cálcio (CaCl_2): curva C.

Solução de etilenoglicol ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$): curva B.

Solvente puro (água): curva A.

$$P_{\text{vapor C}} < P_{\text{vapor B}} < P_{\text{vapor A}} \Rightarrow P_{\text{CaCl}_2} < P_{\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}} < P_{\text{H}_2\text{O}}$$



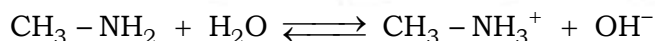
b) Equacionamento da dissociação do (CaCl_2) : $1\text{CaCl}_2(\text{aq}) \longrightarrow 1\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^{-}(\text{aq})$.

Esta solução é condutora de corrente elétrica, pois apresenta íons livres.

Questão 10. A metilamina, uma substância muito utilizada em sínteses orgânicas, é produzida por meio da reação entre o clorometano e a amônia, conforme a equação a seguir:



A metilamina, em meio aquoso, produz o íon metilamônio:



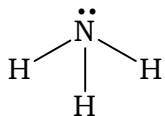
a) Qual a geometria da molécula de amônia? Indique qual espécie química atua como uma base conjugada na reação de produção do íon metilamônio, de acordo com a teoria de Brönsted-Lowry.

b) Com base nas energias de ligação apresentadas na tabela, calcule o ΔH da reação de produção da metilamina a partir de clorometano e amônia. Classifique essa reação em relação ao calor envolvido.

Ligação	Energia de ligação (kJ/mol)
C - H	410
C - Cl	330
C - N	305
N - H	390
H - Cl	432

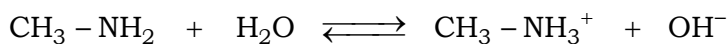
Resolução:

a) Geometria da molécula de amônia: piramidal.



Espécie química atua como uma base conjugada na reação de produção do íon metilamônio:
 $\text{CH}_3 - \text{NH}_2$ (Metilamina).

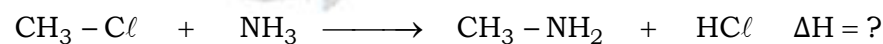
Pares conjugados :



Ácido de Brønsted-Lowry : espécie doadora do próton (H^+).

Base de Brønsted-Lowry : espécie receptora do próton (H^+).

b) Cálculo do ΔH da reação de produção da metilamina a partir de clorometano e amônia:



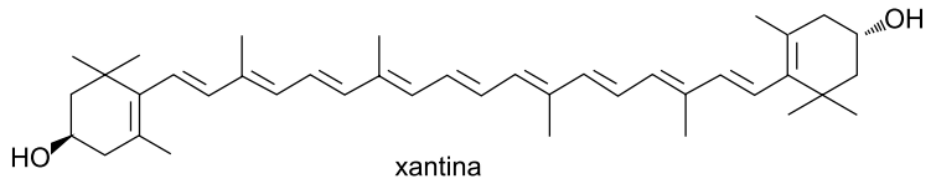
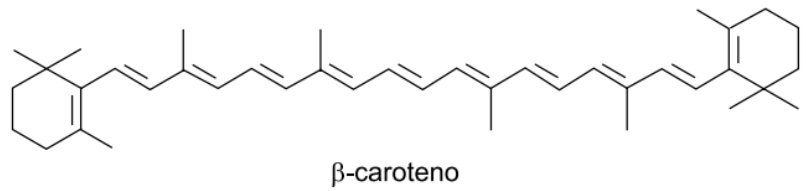
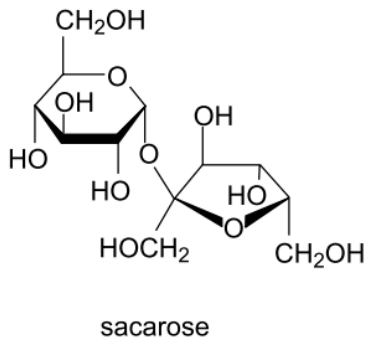
$$\overbrace{E_{(\text{C}-\text{Cl})} + E_{(\text{N}-\text{H})}}^{\text{Rompe (sinal positivo)}} - \overbrace{E_{(\text{C}-\text{N})} - E_{(\text{H}-\text{Cl})}}^{\text{Forma (sinal negativo)}} = \Delta H$$

$$+330 \text{ J} + 390 \text{ kJ} - 305 \text{ kJ} - 432 \text{ kJ} = \Delta H$$

$$\Delta H = -17 \text{ kJ/mol}$$

Classificação quanto ao calor envolvido: reação exotérmica (libera calor), pois $\Delta H < 0$.

Questão 11. A separação do β -caroteno e da xantina, componentes de uma mistura de pigmentos naturais extraídos do espinafre, foi realizada por meio de cromatografia, uma técnica de separação de misturas baseada na diferença de afinidade entre os componentes da mistura e uma determinada fase estacionária. Quanto maior a afinidade de um componente da mistura com a fase estacionária, menor será sua velocidade de migração ao longo da fase estacionária. Os componentes da mistura foram dissolvidos em dodecano ($\text{C}_{12}\text{H}_{26}$), e a fase estacionária utilizada na separação era constituída de sacarose, não solúvel em dodecano. As fórmulas estruturais da sacarose, do β -caroteno e da xantina estão representadas a seguir.

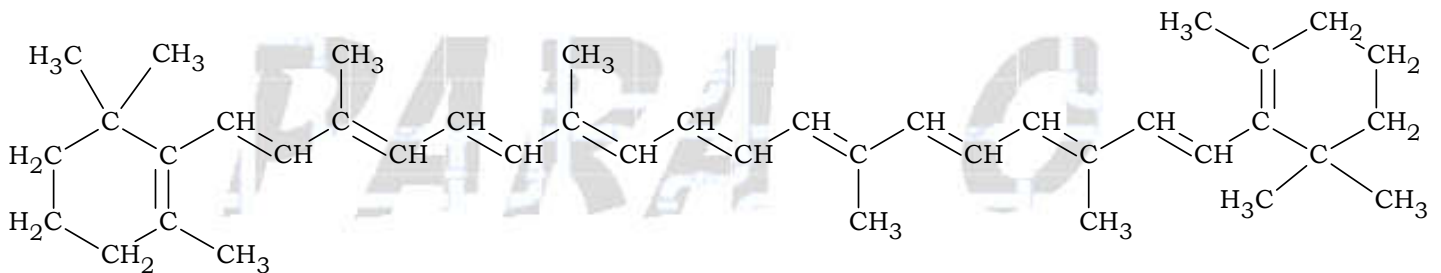


a) A que função orgânica pertence o β -caroteno? A que função orgânica pertence a xantina?

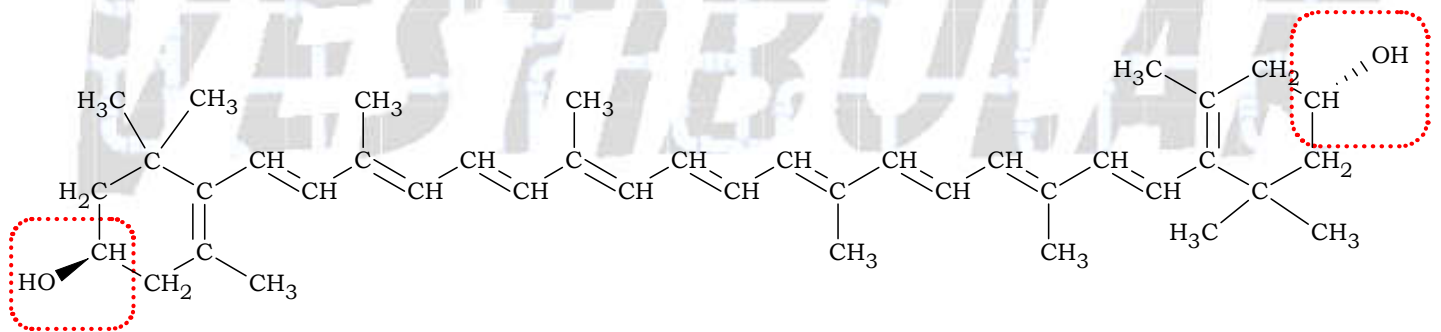
b) Por que a sacarose não é dissolvida pelo dodecano? Explique, com base no tipo de interação intermolecular, qual dos pigmentos migrará mais lentamente pela fase estacionária de sacarose.

Resolução:

a) Função orgânica do β -caroteno: hidrocarboneto ($C_{40}H_{56}$).



Função orgânica da xantina: álcool.

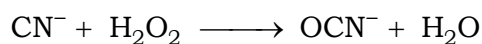


b) A sacarose não é dissolvida pelo dodecano, pois a sacarose apresenta grupos OH o que a deixa predominantemente polar, enquanto o dodecano é um hidrocarboneto apolar.

A xantina (pigmento) migrará mais lentamente pela fase estacionária de sacarose, pois apresenta polaridade devido à presença dos grupos OH (hidroxila), que também estão presentes na sacarose, daí a interação gerada entre estes grupos (ligações de hidrogênio) interferir na velocidade de migração.

Leia o texto para responder às questões 12 e 13.

A galvanização é uma técnica empregada no revestimento de semijoias (brincos, pulseiras e outros acessórios) por metais nobres, como ouro e prata. Esses metais são solubilizados em água na forma de sais, como o $K[Au(CN)_2]$, $K[Au(CN)_4]$ e $AgNO_3$. Um dos problemas ambientais envolvendo essa prática é a liberação do íon CN^- nos efluentes. A eliminação desse íon pode ser feita adicionando-se peróxido de hidrogênio ao efluente, de acordo com a reação representada pela equação a seguir:



Os peróxidos são substâncias instáveis que podem ser decompostos em seus respectivos óxidos, liberando oxigênio molecular.

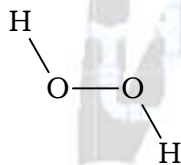
Questão 12. Considere que, em uma empresa de galvanoplastia, a análise da composição do efluente detectou uma concentração de íons CN^- igual a 0,52 mg/L.

a) Escreva a fórmula estrutural do peróxido de hidrogênio e equacione sua reação de decomposição.

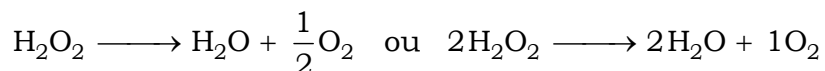
b) Calcule a massa de peróxido de hidrogênio que deve ser utilizada, por litro de efluente, para transformar todos os íons CN^- em OCN^- , considerando que a reação apresenta um rendimento de 80 %.

Resolução:

a) Fórmula estrutural do peróxido de hidrogênio (H_2O_2):



Equacionamento da reação de decomposição do peróxido de hidrogênio (H_2O_2):

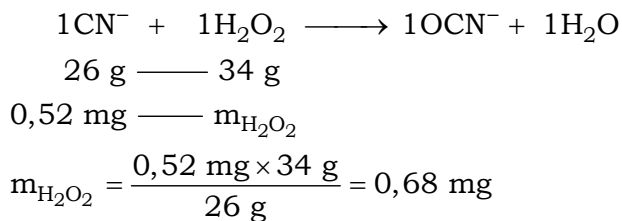


b) Cálculo da massa de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) que deve ser utilizada:

$$C_{CN^-} = 0,52 \text{ mg/L} \Rightarrow 1 \text{ L tem } 0,52 \text{ mg de íons } CN^-$$

$$CN^- = 12 + 14 = 26; \quad M_{CN^-} = 26 \text{ g/mol}$$

$$H_2O_2 = 2 \times 1 + 2 \times 16 = 34; \quad M_{H_2O_2} = 34 \text{ g/mol}$$



No enunciado é dado que o rendimento da reação é de 80 %, o que indica que apenas 80 % do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) inicial será aproveitado. Para compensar esta perda devemos partir de uma quantidade maior de peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Então:

$$80\% \text{ ——— } 0,68\text{ mg de } \text{H}_2\text{O}_2$$

$$100\% \text{ ——— } m_{\text{H}_2\text{O}_2}$$

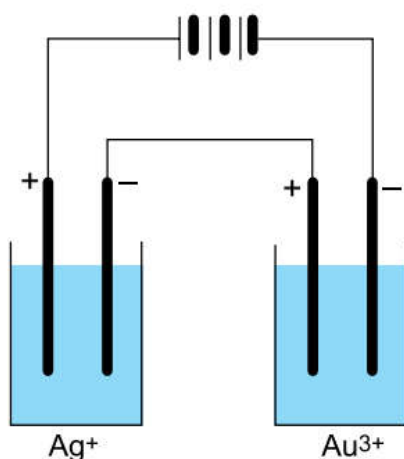
$$m_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{100\% \times 0,68\text{ mg}}{80\%} = 0,85\text{ mg}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}_2} = 0,85\text{ mg (por litro de efluente)}$$

ou

$$m_{\text{H}_2\text{O}_2} = 0,85 \times 10^{-3}\text{ g} = 8,5 \times 10^{-4}\text{ g (por litro de efluente)}$$

Questão 13. Uma empresa que trabalha com galvanização de semijoias utiliza tetracianoaurato (III) de potássio, $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_4]$, para revestimento das peças com ouro e AgNO_3 , em cubas ligadas em série, para revestimento com prata, como mostra a figura. Um funcionário sugeriu a substituição do $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_4]$ por $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2]$, afirmando que essa mudança traria economia para a empresa.



(<https://solitaryroad.com>. Adaptado.)

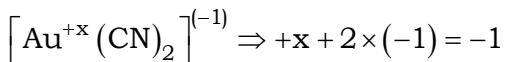
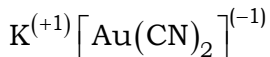
a) Indique o número de oxidação do ouro no $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2]$. Com base nos números de oxidação do ouro nos dois sais e considerando que o preço desses sais seja similar, explique por que a mudança sugerida pelo funcionário traria economia para a empresa.

b) Em quais eletrodos devem ser presos os acessórios que serão galvanizados? Considerando que, durante certo tempo de operação, foram consumidos 4,32 g de íons prata, calcule a massa de ouro (III) consumida nesse mesmo intervalo de tempo.

Resolução:

a) Número de oxidação do ouro no $K[Au(CN)_2]$: +1.

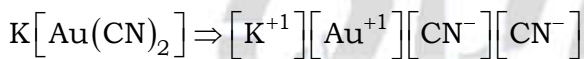
K (grupo 1): Nox = +1.



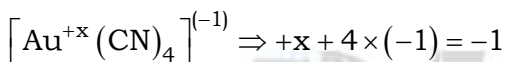
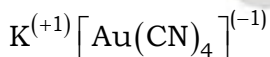
$$x = +1$$

$$\text{Nox (Au)} = +1$$

Observação:



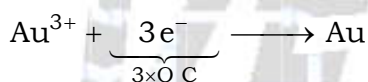
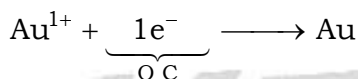
K (grupo 1): Nox = +1.



$$x = +3$$

$$\text{Nox (Au)} = +3$$

Haveria economia com a utilização do $K[Au(CN)_2]$, pois o Nox do ouro é menor neste composto e seria necessária uma carga menor para a redução de um mol de cátions.



$$1Q < 3Q$$

b) Os acessórios que serão galvanizados devem ser presos nos eletrodos negativos (onde ocorrerá redução ou “fornecimento” de elétrons).

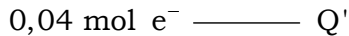
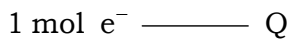
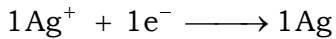
Cálculo da massa de ouro (III) consumida, sabendo que a carga será a mesma utilizada para o banho de prata:

$$m_{Ag} = 4,32 \text{ g}$$

$$M_{Ag} = 108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (Ag = 108)$$

$$n_{Ag} = \frac{m_{Ag}}{M_{Ag}} = \frac{4,32 \text{ g}}{108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

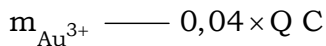
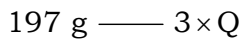
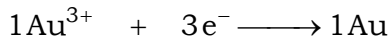
$$n_{Ag} = 0,04 \text{ mol}$$



$$Q' = \frac{0,04 \text{ mol} \times Q}{1 \text{ mol}}$$

$$Q' = 0,04 \times Q \text{ C}$$

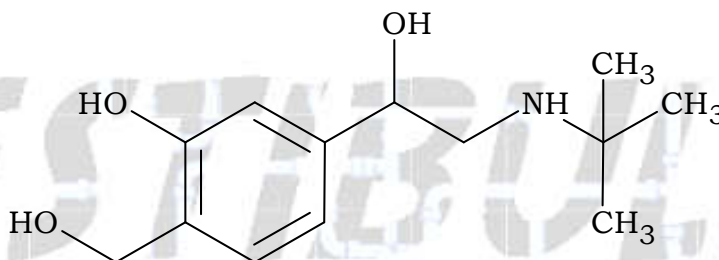
$$M_{\text{Au}} = 197 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (Au = 197)}$$



$$m_{\text{Au}^{3+}} = \frac{197 \text{ g} \times 0,04 \times \cancel{Q} \text{ C}}{3 \times \cancel{Q}}$$

$$m_{\text{Au}^{3+}} = 2,63 \text{ g}$$

Questão 14. O salbutamol (massa molar = 239 g/mol) é uma substância indicada para o tratamento de asma, pois aumenta a absorção de oxigênio pelo organismo. Pelo mesmo motivo, é considerado doping, pois aumenta a capacidade aeróbica do atleta, além de possuir efeito anabolizante. A Agência Mundial Antidoping (AMA) considera um atleta dopado quando a concentração de salbutamol na urina está acima de 1×10^{-6} g por mililitro. A fórmula estrutural do salbutamol está representada a seguir.

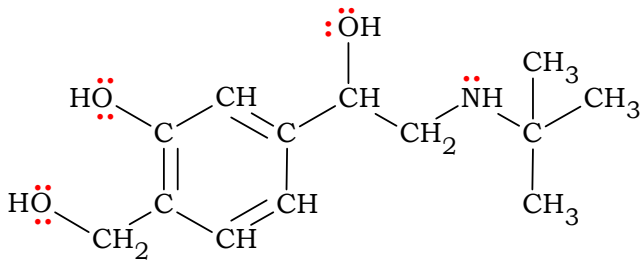


a) Qual o número de pares de elétrons não compartilhados existentes em uma molécula de salbutamol? Qual o número de isômeros ópticos ativos do salbutamol?

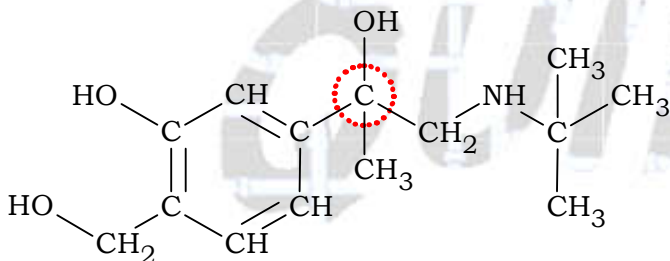
b) Em exame antidoping, um atleta forneceu uma amostra de 50 mL de urina, cuja análise indicou a quantidade de 6×10^{-6} mol de salbutamol. Determine, com base nos cálculos, se o atleta deve ser considerado dopado.

Resolução:

a) Número de pares de elétrons não compartilhados existentes em uma molécula de salbutamol: sete pares (14 elétrons).



O salbutamol apresenta dois isômeros ópticos ativos, pois este composto tem um carbono assimétrico ou quiral (carbono ligado a quatro ligantes diferentes entre si).



b) Considera-se um atleta dopado quando a concentração de salbutamol na urina está acima de 1×10^{-6} g por mililitro (1×10^{-6} g/mL).

$$M_{\text{salbutamol}} = 239 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{\text{salbutamol}} = 6 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$n_{\text{salbutamol}} = \frac{m_{\text{salbutamol}}}{M_{\text{salbutamol}}}$$

$$m_{\text{salbutamol}} = n_{\text{salbutamol}} \times M_{\text{salbutamol}}$$

$$m_{\text{salbutamol}} = 6 \times 10^{-6} \text{ mol} \times 239 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1434 \times 10^{-6} \text{ g}$$

$$V = 50 \text{ mL}$$

$$C_{\text{salbutamol}} = \frac{m_{\text{salbutamol}}}{V}$$

$$C_{\text{salbutamol}} = \frac{1434 \times 10^{-6} \text{ g}}{50 \text{ mL}} = 28,68 \times 10^{-6} \text{ g/mL}$$

$$28,68 \times 10^{-6} \text{ g/mL} > 1 \times 10^{-6} \text{ g/mL}$$

Conclusão: o atleta deve ser considerado dopado.

Outro modo de resolução:

$$M_{\text{salbutamol}} = 239 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{\text{salbutamol}} = 6 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$V = 50 \text{ mL}$$

$$M_{\text{salbutamol}} = \frac{n_{\text{salbutamol}}}{V} = \frac{6 \times 10^{-6} \text{ mol}}{50 \text{ mL}}$$

$$C_{\text{salbutamol}} = M_{\text{salbutamol}} \times M_{\text{salbutamol}}$$

$$C_{\text{salbutamol}} = \frac{6 \times 10^{-6} \text{ mol}}{50 \text{ mL}} \times 239 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 28,68 \times 10^{-6} \text{ g/mL}$$

$$28,68 \times 10^{-6} \text{ g/mL} > 1 \times 10^{-6} \text{ g/mL}$$

Conclusão: o atleta deve ser considerado dopado.



Dado:

TABELA PERIÓDICA

1 1 H hidrogênio 1,01																	18 2 He hélio 4,00
3 Li lítio 6,94	4 Be berílio 9,01											13 5 B boro 10,8	14 6 C carbono 12,0	15 7 N nitrogênio 14,0	16 8 O oxigênio 16,0	17 9 F flúor 19,0	10 Ne neônio 20,2
11 Na sódio 23,0	12 Mg magnésio 24,3											13 13 Al alumínio 27,0	14 14 Si silício 28,1	15 15 P fósforo 31,0	16 16 S enxofre 32,1	17 17 Cl cloro 35,5	18 18 Ar argônio 40,0
19 K potássio 39,1	20 Ca cálcio 40,1	21 Sc escândio 45,0	22 Ti titânio 47,9	23 V vanádio 50,9	24 Cr cromo 52,0	25 Mn manganês 54,9	26 Fe ferro 55,8	27 Co cobalto 58,9	28 Ni níquel 58,7	29 Cu cobre 63,5	30 Zn zinco 65,4	31 Ga gálio 69,7	32 Ge germânio 72,6	33 As arsênio 74,9	34 Se selênio 79,0	35 Br bromo 79,9	36 Kr criptônio 83,8
37 Rb rubídio 85,5	38 Sr estrôncio 87,6	39 Y ítrio 88,9	40 Zr zircônio 91,2	41 Nb nióbio 92,9	42 Mo molibdênio 96,0	43 Tc tecnécio	44 Ru rutênio 101	45 Rh ródio 103	46 Pd paládio 106	47 Ag prata 108	48 Cd cádmio 112	49 In índio 115	50 Sn estanho 119	51 Sb antimônio 122	52 Te telúrio 128	53 I iodo 127	54 Xe xenônio 131
55 Cs césio 133	56 Ba bário 137	57-71 lantanoídes	72 Hf hafnio 178	73 Ta tântalo 181	74 W tungstênio 184	75 Re rênio 186	76 Os ósio 190	77 Ir irídio 192	78 Pt platina 195	79 Au ouro 197	80 Hg mercúrio 201	81 Tl talho 204	82 Pb chumbo 207	83 Bi bismuto 209	84 Po polônio	85 At astato	86 Rn radônio
87 Fr frâncio	88 Ra rádio	89-103 actinoídes	104 Rf rutherfordório	105 Db dúbnio	106 Sg seabórgio	107 Bh bohrio	108 Hs hássio	109 Mt meitnério	110 Ds darmstádio	111 Rg roentgênio	112 Cn copernício	113 Nh nihônio	114 Fl fleróvio	115 Mc moscóvio	116 Lv livermório	117 Ts tenessino	118 Og oganessônio

número atômico
Símbolo
nome
massa atômica

57 La lantânio 139	58 Ce cério 140	59 Pr praseodímio 141	60 Nd neodímio 144	61 Pm promécio	62 Sm samário 150	63 Eu europio 152	64 Gd gadolínio 157	65 Tb térbio 159	66 Dy disprósio 163	67 Ho holmio 165	68 Er érbio 167	69 Tm tulio 169	70 Yb itérbio 173	71 Lu lutécio 175
89 Ac actínio	90 Th tório 232	91 Pa protactínio 231	92 U urânio 238	93 Np neptúnio	94 Pu plutônio	95 Am amerício	96 Cm cúrio	97 Bk berquélio	98 Cf califórnio	99 Es einstânio	100 Fm fêrmio	101 Md mendelévio	102 No nobélio	103 Lr laurêncio

Notas: Os valores de massas atômicas estão apresentados com três algarismos significativos. Não foram atribuídos valores às massas atômicas de elementos artificiais ou que tenham abundância pouco significativa na natureza. Informações adaptadas da tabela IUPAC 2016.