

FAMECA 2021 - MEDICINA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO PADRE ALBINO - UNIFIPA

CONHECIMENTOS GERAIS E ESPECÍFICOS

CONHECIMENTOS GERAIS

56. Um elemento X do 4º período da classificação periódica apresenta as seguintes características:

- possui carga fixa quando sofre oxidação;
- forma um óxido, de fórmula XO, quando combinado com o oxigênio;
- está presente na composição do tecido ósseo;
- é bom condutor de eletricidade no estado sólido.

Esse elemento X é o

- (A) cálcio.
- (B) fósforo.
- (C) potássio.
- (D) estrôncio.
- (E) zinco.

**Resolução: alternativa A**

${}_{20}\text{Ca} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \boxed{4s^2} \Rightarrow$  Quarto período da Tabela Periódica.

O cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) possui carga fixa +2 (grupo 2).

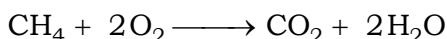
O cálcio forma o óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ).

O cálcio está presente no tecido ósseo (por exemplo, na hidroxiapatita –  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ).

O cálcio metálico ( $\text{Ca}^0$ ) é bom condutor no estado sólido, pois apresenta elétrons livres.

57. A teoria da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência (TRPECV) explica a geometria de moléculas com base nas forças de repulsão entre os pares de elétrons, compartilhados ou isolados, da camada de valência, que procuram o maior distanciamento possível entre si (ou uns dos outros).

Considere a combustão do metano, representada pela equação:

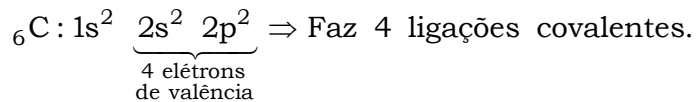


Nessa transformação, de acordo com a TRPECV, os pares de elétrons da camada de valência do carbono passam da configuração

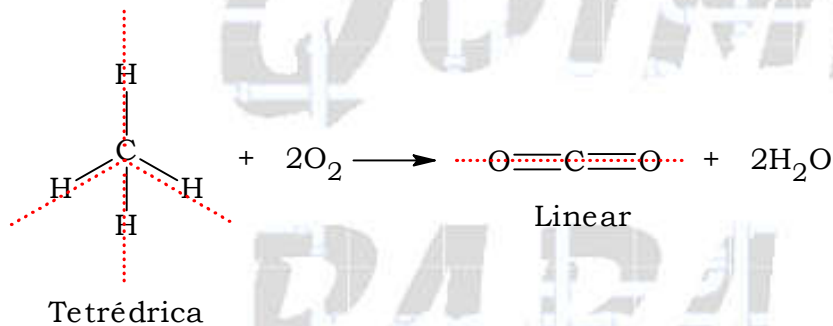
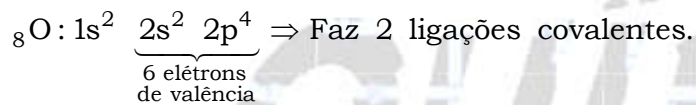
- (A) plana trigonal para angular.
- (B) pirâmide trigonal para linear.
- (C) tetraédrica para angular.
- (D) tetraédrica para linear.
- (E) pirâmide trigonal para angular

**Resolução: alternativa D**

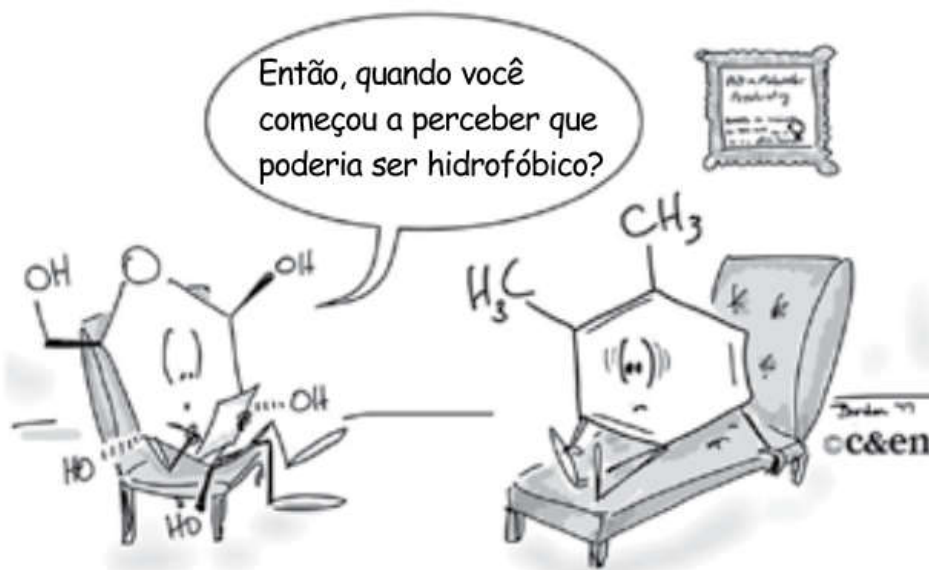
Carbono: grupo 14 ou família IVA; faz quatro ligações covalentes.



Oxigênio: grupo 16 ou família VIA; faz duas ligações covalentes.



58. Analise o diálogo expresso na charge.



(<http://boletim.sbq.org.br>. Adaptado.)

A hidrofobia é uma característica de moléculas que

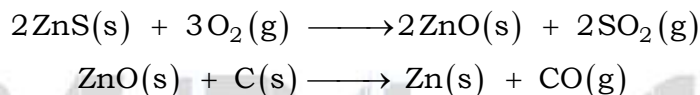
- (A) apresentam baixa reatividade com água.
- (B) formam misturas heterogêneas quando adicionadas a derivados do petróleo.
- (C) apresentam momento dipolar resultante elevado.
- (D) possuem baixa solubilidade em solventes apolares.
- (E) interagem entre si por meio de forças de dispersão de London.

**Resolução: alternativa E**

A hidrofobia (repulsão de água) é uma característica de moléculas apolares, ou seja, daquelas que interagem entre si por meio de forças de dispersão de London ou dipolo-induzido.

Leia o texto para responder às questões 59 e 60.

O zinco é um metal obtido a partir de um minério conhecido como blenda. Esse minério contém 8 % de ZnS (massa molar = 97 g/mol), que é a principal substância que fornece esse metal. O zinco é separado de seu minério por meio de duas reações sucessivas:



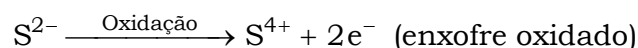
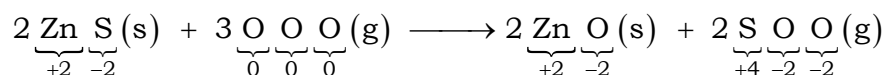
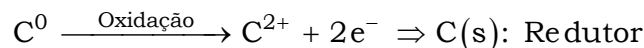
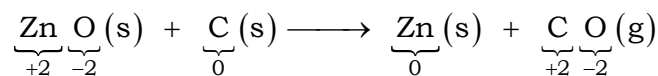
Esse processo gera resíduos que, se não forem tratados adequadamente, podem provocar poluição ambiental, como a chuva ácida.

59. No processo de obtenção do zinco, o C(s) atua como \_\_\_\_\_. O enxofre é \_\_\_\_\_ a SO<sub>2</sub>, que pode ser neutralizado pelo \_\_\_\_\_, antes de chegar à atmosfera e aumentar a acidez da chuva.

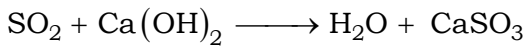
As lacunas do texto são preenchidas, respectivamente, por:

- (A) oxidante, oxidado, CaSO<sub>3</sub>
- (B) oxidante, reduzido, CaSO<sub>3</sub>
- (C) redutor, oxidado, Ca(OH)<sub>2</sub>
- (D) redutor, oxidado, CO<sub>2</sub>
- (E) redutor, reduzido, Ca(OH)<sub>2</sub>

**Resolução: alternativa C**



Neutralização do  $\text{SO}_2$  :



60. Para a produção de 260 kg de zinco (massa molar = 65 g / mol), a massa de blenda (minério que contém o ZnS) necessária é igual a

- (A) 194 kg.
- (B) 4850 kg.
- (C) 970 kg.
- (D) 3880 kg.
- (E) 388 kg.

**Resolução: alternativa B**

A Blenda (minério) contém 8 % de ZnS (massa molar = 97 g / mol), então:

$$\text{Zn} = 65; M_{\text{Zn}} = 65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{ZnS} = 97; M_{\text{ZnS}} = 97 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$8 \% = \frac{8}{100} = 0,08$$

$$1 \text{ mol ZnS} : 1 \text{ mol Zn}$$

$$97 \text{ g} \text{ ————— } 65 \text{ g}$$

$$0,08 \times m_{\text{Blenda}} \text{ ————— } 260 \text{ kg}$$

$$0,08 \times m_{\text{Blenda}} = \frac{97 \text{ g} \times 260 \text{ kg}}{65 \text{ g}}$$

$$m_{\text{Blenda}} = \frac{97 \text{ g} \times 260 \text{ kg}}{0,08 \times 65 \text{ g}} = 4.850 \text{ kg}$$

61. Hiponatremia é um distúrbio fisiológico que ocorre quando o nível de íons sódio ( $\text{Na}^+$ ) no sangue encontra-se abaixo de 0,13 mol / L. Considerando que um indivíduo adulto tenha 5 L de sangue, a massa mínima de íons  $\text{Na}^+$  que deve estar dissolvida em seu sangue para evitar a hiponatremia é

- (A) 2,99 g.
- (B) 7,15 g.
- (C) 29,9 g.
- (D) 14,95 g.
- (E) 6,50 g.

**Resolução: alternativa D**

$$\text{Na} = 23; M_{\text{Na}^+} = 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ (vide tabela periódica fornecida na prova)}$$

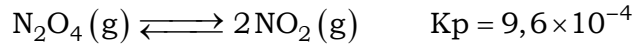
$$[\text{Na}^+] = 0,13 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$V = 5 \text{ L}$$

$$[\text{Na}^+] = \frac{n_{\text{Na}^+}}{V} \Rightarrow [\text{Na}^+] = \frac{m_{\text{Na}^+}}{M_{\text{Na}^+} \times V} \Rightarrow m_{\text{Na}^+} = [\text{Na}^+] \times M_{\text{Na}^+} \times V$$

$$m_{\text{Na}^+} = 0,13 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 5 \text{ L} = 14,95 \text{ g}$$

62. Uma mistura dos gases  $\text{N}_2\text{O}_4$  e  $\text{NO}_2$  contida em um recipiente fechado de 2 litros a  $3 \times 10^2 \text{ K}$  estabelece o seguinte equilíbrio químico:

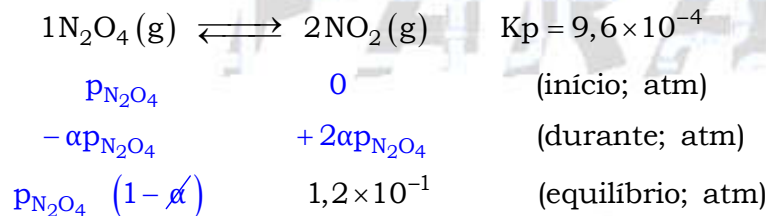


A pressão parcial do  $\text{NO}_2$  no equilíbrio é  $1,2 \times 10^{-1} \text{ atm}$ .

Considerando a constante universal dos gases igual a  $8 \times 10^{-2} \text{ atm} \times \text{L} \times \text{mol}^{-1} \times \text{K}^{-1}$ , o número de mols de  $\text{N}_2\text{O}_4$  existente no equilíbrio estabelecido é igual a

- (A) 1,25.
- (B) 7,50.
- (C) 15,0.
- (D) 5,00.
- (E) 11,25.

**Resolução: alternativa A**



$$K_p = \frac{(p_{\text{NO}_2})^2}{(p_{\text{N}_2\text{O}_4})^1}$$

$$9,6 \times 10^{-4} = \frac{(1,2 \times 10^{-1})^2}{(p_{\text{N}_2\text{O}_4})^1}$$

$$p_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{(1,2 \times 10^{-1})^2}{9,6 \times 10^{-4}} = 15 \text{ atm}$$

$$V = 2 \text{ L}$$

$$T = 3 \times 10^2 \text{ K}$$

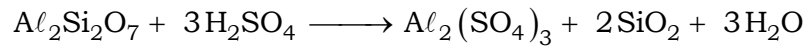
$$8 \times 10^{-2} \text{ atm} \times \text{L} \times \text{mol}^{-1} \times \text{K}^{-1}$$

$$p_{\text{N}_2\text{O}_4} \times V = n_{\text{N}_2\text{O}_4} \times R \times T$$

$$15 \text{ atm} \times 2 \text{ L} = n_{\text{N}_2\text{O}_4} \times 8 \times 10^{-2} \text{ atm} \times \text{L} \times \text{mol}^{-1} \times \text{K}^{-1} \times 3 \times 10^2 \text{ K}$$

$$n_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{15 \text{ atm} \times 2 \text{ L}}{8 \times 10^{-2} \text{ atm} \times \text{L} \times \text{mol}^{-1} \times \text{K}^{-1} \times 3 \times 10^2 \text{ K}} = 1,25 \text{ mol}$$

63. Um dos minérios que podem ser utilizados para a obtenção do alumínio é o metacaulim ( $Al_2Si_2O_7$ ), que reage com ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) para a obtenção de sulfato de alumínio ( $Al_2(SO_4)_3$ ), o qual é processado para a obtenção do alumínio metálico. A reação entre o metacaulim e o ácido sulfúrico é representada pela equação:



A lei da velocidade para essa reação é:

$$v = k \cdot [Al_2Si_2O_7]^x \cdot [H_2SO_4]^y$$

A tabela apresenta os dados de um estudo cinético dessa reação.

Experimento	$[Al_2Si_2O_7]$ mol/L	$[H_2SO_4]$ mol/L	v inicial mol/L · min
1	0,21	1,5	0,0102
2	0,42	1,5	0,0204
3	0,21	4,5	0,0306

O valor da soma  $x + y$  é igual a

- (A) 3.
- (B) 5.
- (C) 2.
- (D) 4.
- (E) 1.

**Resolução: alternativa C**

$$v = k \cdot [Al_2Si_2O_7]^x \cdot [H_2SO_4]^y$$

$$\frac{\text{Exp. 2}}{\text{Exp. 1}} \Rightarrow \frac{0,0204}{0,0102} = \frac{k \cdot (0,42)^x \cdot (1,5)^y}{k \cdot (0,21)^x \cdot (1,5)^y}$$

$$2^1 = 2^x \Rightarrow x = 1$$

$$\frac{\text{Exp. 3}}{\text{Exp. 1}} \Rightarrow \frac{0,0306}{0,0102} = \frac{k \cdot (0,21)^x \cdot (4,5)^y}{k \cdot (0,21)^x \cdot (1,5)^y}$$

$$3^1 = 3^y \Rightarrow y = 1$$

$$x + y = 1 + 1 = 2$$

$$x + y = 2$$

64. A pele humana apresenta pH entre 4,6 e 5,6, faixa que favorece a proteção bactericida e fungicida. O controle do pH ocorre pela ação tamponante das secreções cutâneas que evitam variações bruscas no pH da pele devido ao uso inadequado de cosméticos.

O caráter ácido-básico da pele e o valor da relação matemática entre a maior e a menor concentração de íons  $H^+$  da faixa de pH mencionada são, respectivamente,

- (A) ácido e 0,1.
- (B) alcalino e 0,1.
- (C) alcalino e 10.
- (D) ácido e 10.
- (E) ácido e 100.

**Resolução: alternativa D**

Faixa de pH = 4,6 a 5,6

$$\left. \begin{array}{l} 4,6 < 7 \\ 5,6 < 7 \end{array} \right\} \text{pH} < 7 \Rightarrow \text{ácido}$$

Relação matemática entre a maior e a menor concentração de íons  $H^+$  da faixa de pH mencionada:

$$[H^+] = 10^{-\text{pH}} \text{ mol/L}$$

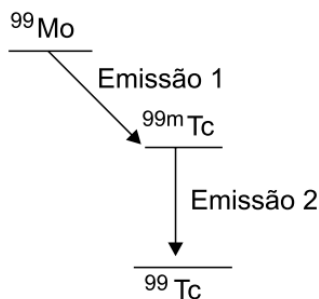
$$\text{pH} = 4,6 \Rightarrow \text{pH}_{4,6} = 10^{-4,6} \text{ mol/L (maior)}$$

$$\text{pH} = 5,6 \Rightarrow \text{pH}_{5,6} = 10^{-5,6} \text{ mol/L (menor)}$$

$$\frac{\text{pH}_{4,6}}{\text{pH}_{5,6}} = \frac{10^{-4,6} \text{ mol/L}}{10^{-5,6} \text{ mol/L}} = 10^{-4,6} \times 10^{+5,6}$$

$$\frac{\text{pH}_{4,6}}{\text{pH}_{5,6}} = 10^1$$

65. As emissões radioativas naturais são responsáveis pela transmutação dos elementos, ou seja, pela alteração da estrutura atômica que resulta na formação de um novo elemento. Para a produção de  $^{99}\text{Tc}$ , um radioisótopo utilizado em medicina, ocorrem duas emissões naturais, em que o  $^{99}\text{Mo}$  se transforma em  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  (tecnécio metaestável), e o  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  se transforma em  $^{99}\text{Tc}$ . O diagrama de energia apresentado corresponde a essas emissões.



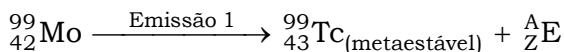
(Fabio Luiz N. Marques *et al.* "Alguns aspectos sobre geradores e radiofármacos de Tecnécio-99m e seus controles de qualidade". *Radiologia brasileira*, 2001. Adaptado.)

A emissão 1 e a emissão 2 indicadas no diagrama correspondem, respectivamente, a

- (A) uma partícula  $\alpha$  e uma partícula  $\beta$ .
- (B) uma partícula  $\beta$  e radiação  $\gamma$ .
- (C) duas partículas  $\beta$ .
- (D) uma partícula  $\beta$  e uma partícula  $\alpha$ .
- (E) uma partícula  $\alpha$  e radiação  $\gamma$ .

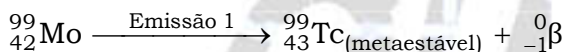
**Resolução: alternativa B**

Mo ( $Z = 42$ ); Tc ( $Z = 43$ ) (vide tabela periódica fornecida na prova)



$$99 = 99 + A \Rightarrow A = 99 - 99 = 0$$

$$42 = 43 + Z \Rightarrow Z = 42 - 43 = -1$$

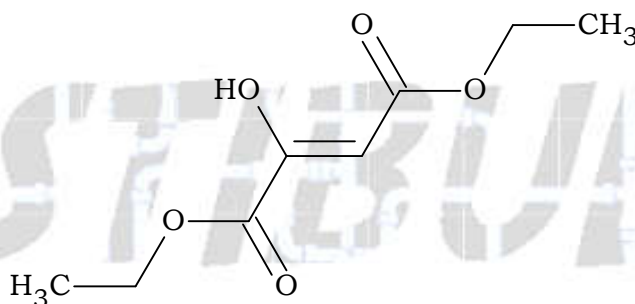


$$99 = 99 + A \Rightarrow A = 99 - 99 = 0$$

$$43 = 43 + Z \Rightarrow Z = 43 - 43 = 0$$



66. Analise a estrutura de uma molécula utilizada em sínteses orgânicas.



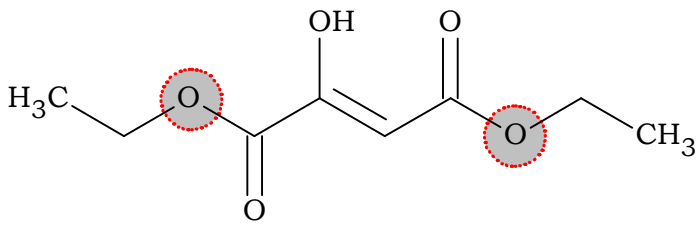
Nessa estrutura, observa-se a ocorrência de

- (A) cadeia carbônica acíclica, insaturada e homogênea.
- (B) isomeria geométrica e configuração cis.
- (C) grupos funcionais característicos das funções éster e álcool.
- (D) isomeria óptica, com dois carbonos assimétricos.
- (E) tautomeria, na qual há equilíbrio dinâmico com uma cetona.

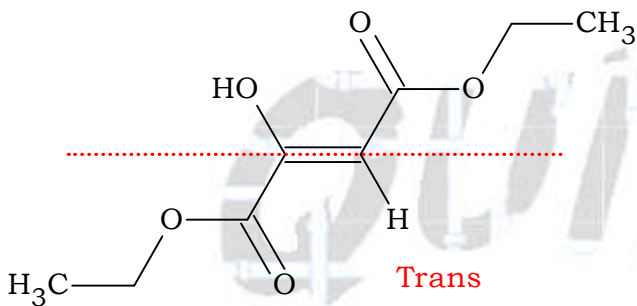


**Resolução: alternativa E**

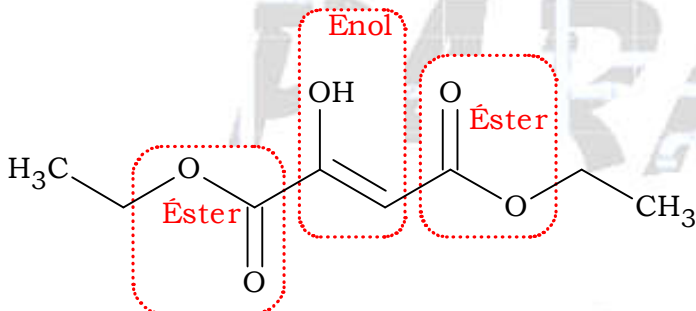
(A) Incorreta. Cadeia carbônica acíclica (aberta), insaturada (possui dupla entre carbonos) e heterogênea (apresenta heteroátomos).



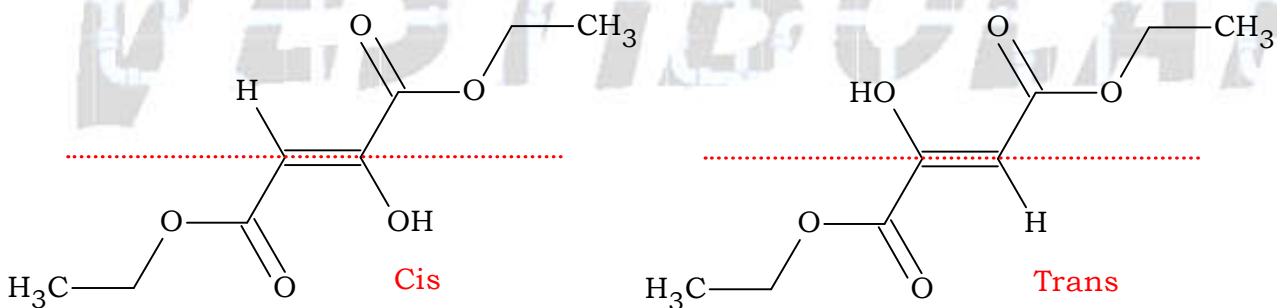
(B) Incorreta. Isomeria geométrica e configuração trans (ligantes de maior massa em lados opostos).



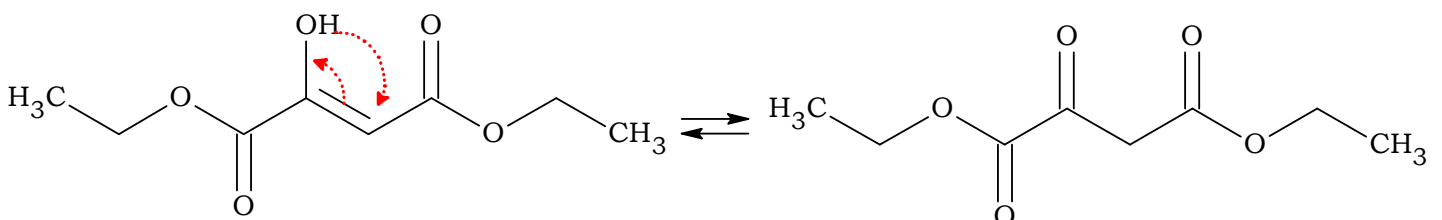
(C) Incorreta. Grupos funcionais característicos das funções éster e enol.



(D) Incorreta. Isomeria geométrica do tipo cis-trans.

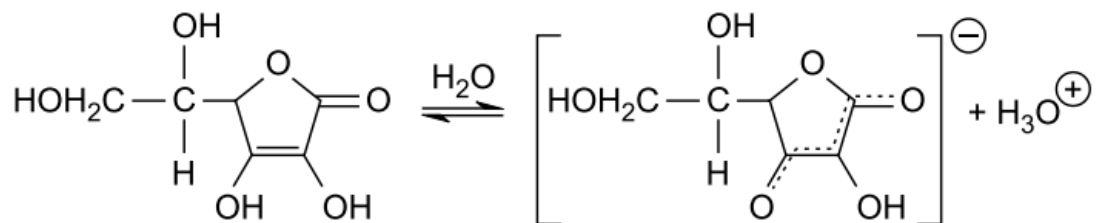


(E) Correta. Tautomeria, na qual há equilíbrio dinâmico com uma cetona.



## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

**Questão 09.** Ácido ascórbico é um exemplo de ácido orgânico que não apresenta o grupo carboxila e sofre ionização de acordo com o mecanismo:



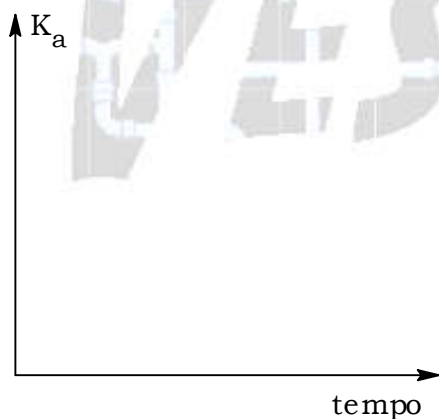
(Antonio Rogério Fiorucci *et al.* “Ácidos orgânicos: dos primórdios da química experimental à sua presença em nosso cotidiano”. *Química Nova na Escola*, 2002.)

A dissolução do ácido ascórbico em água provoca diminuição na temperatura do sistema.

**a)** Qual tipo de ligação interatômica é rompida quando ocorre a ionização do ácido ascórbico? Utilizando as siglas HAsc para o ácido ascórbico e Asc<sup>-</sup> para o íon ascorbato, escreva a expressão matemática que representa a constante de ionização do ácido ascórbico.

**b)** Qual o efeito do aumento da temperatura sobre o valor da constante de ionização do ácido ascórbico? Utilizando o sistema de eixos cartesianos presente no campo de Resolução e Resposta, esboce um gráfico que represente o que ocorre com o valor da constante de ionização do ácido ascórbico quando se adiciona a uma solução desse ácido uma solução de hidróxido de sódio.

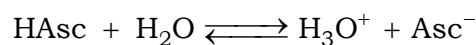
**Sistema de eixos cartesianos presente no campo de Resolução e Resposta:**



**Resolução:**

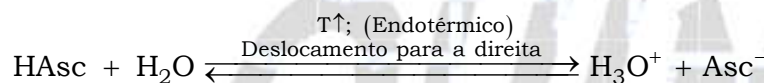
a) Tipo de ligação interatômica rompida quando ocorre a ionização do ácido ascórbico: ligação covalente (ocorre a saída do átomo de hidrogênio na forma de cátion).

Expressão matemática que representa a constante de ionização do ácido ascórbico:



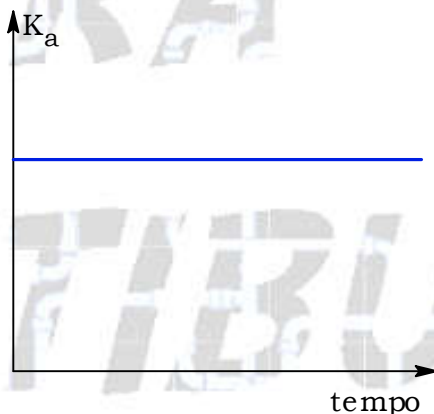
$$K_{\text{ionização}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{Asc}^-]}{[\text{HAsc}]}$$

b) A dissolução do ácido ascórbico em água provoca diminuição na temperatura do sistema, isto significa que ocorre absorção de energia, ou seja, o processo de ionização é endotérmico e favorecido pela elevação da temperatura. Conseqüentemente, a constante de ionização aumenta.

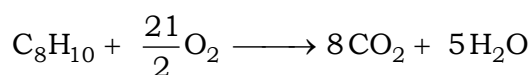


$$K'_{\text{ionização}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \uparrow \times [\text{Asc}^-] \uparrow}{[\text{HAsc}]}$$

A adição de hidróxido de sódio (NaOH) não altera o valor da constante de ionização, pois o equilíbrio é reestabelecido. Apenas a mudança de temperatura provoca alteração na constante de equilíbrio. O gráfico deve mostrar uma reta paralela ao eixo do tempo.



**Questão 10.** Orto-xileno ( $\text{C}_8\text{H}_{10}$ , massa molar = 106 g/mol) é o nome comum do 1,2-dimetilbenzeno, uma substância presente na gasolina e contaminante recorrente de solos próximos a postos de combustíveis. De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), resíduos de orto-xileno devem ser incinerados em fornos específicos. A entalpia-padrão de formação do orto-xileno é  $-260 \text{ kJ/mol}$ , e sua reação de combustão é representada pela equação:



a) Determine a porcentagem em massa de carbono na molécula de orto-xileno. Calcule o número de mols de  $\text{CO}_2$  produzido na combustão completa de 21,2 g de orto-xileno.

b) Considerando que a constante universal dos gases é igual a  $62,3 \text{ mmHg} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  e que em um volume de 1 L da fase gasosa, em equilíbrio com a fase líquida a 300 K, há  $2,7 \times 10^{-4}$  mol de orto-xileno, calcule, em mmHg, a pressão de vapor dessa substância. Considerando as entalpias-padrão de formação do  $\text{CO}_2$  e do  $\text{H}_2\text{O}$  iguais, respectivamente, a  $-394 \text{ kJ/mol}$  e  $-286 \text{ kJ/mol}$ , determine, em  $\text{kJ/mol}$ , o calor de combustão do orto-xileno.

**Resolução:**

a) Porcentagem em massa de carbono na molécula de orto-xileno:

$$C = 12; M_C = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_{\text{C}_8\text{H}_{10}} = 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_{(\text{C no C}_8\text{H}_{10})} = 8 \times 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

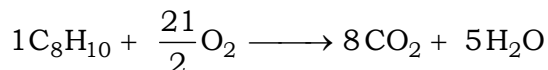
$$106 \text{ g} \text{ ————— } 100 \%$$

$$96 \text{ g} \text{ ————— } p_{\text{carbono}}$$

$$p_{\text{carbono}} = \frac{96 \text{ g} \times 100 \%}{106 \text{ g}} = 90,57 \%$$

Número de mols de  $\text{CO}_2$  produzido na combustão completa de 21,2 g de orto-xileno:

$$M_{\text{C}_8\text{H}_{10}} = 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$106 \text{ g} \text{ ————— } 8 \text{ mol}$$

$$21,2 \text{ g} \text{ ————— } n_{\text{CO}_2}$$

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{21,2 \text{ g} \times 8 \text{ mol}}{106 \text{ g}} = 1,6 \text{ mol}$$

b) Cálculo da pressão de vapor do orto-xileno:

$$R = 62,3 \text{ mmHg} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$n_{\text{orto-xileno}} = 2,7 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$T = 300 \text{ K}$$

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

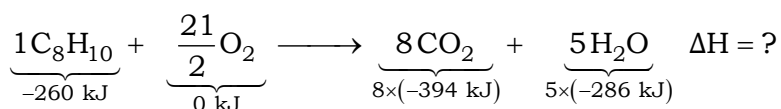
$$p_{\text{orto-xileno}} \times V = n_{\text{orto-xileno}} \times R \times T$$

$$p_{\text{orto-xileno}} \times 1 \text{ L} = 2,7 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 62,3 \text{ mmHg} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}$$

$$p_{\text{orto-xileno}} = 5,0463 \text{ mmHg}$$

$$p_{\text{orto-xileno}} = 5 \text{ mmHg}$$

Cálculo do calor de combustão do orto-xileno:



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

$$\Delta H = [8 \times (-394 \text{ kJ}) + 5 \times (-286 \text{ kJ})] - [-260 \text{ kJ} + 0 \text{ kJ}]$$

$$\Delta H = -3.152 - 1.430 + 260$$

$$\Delta H = -4.322 \text{ kJ/mol}$$

**Questão 11.** Uma solução de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), de concentração desconhecida, foi titulada com solução de hidróxido de potássio ( $\text{KOH}$ ) de concentração  $0,2 \text{ mol/L}$ . Nessa titulação, uma amostra de  $25 \text{ mL}$  do ácido consumiu  $30 \text{ mL}$  da solução de base.

**a)** Escreva a equação que representa a reação de neutralização entre o ácido nítrico e o hidróxido de potássio. Dê o nome do sal formado nessa reação.

**b)** Determine a concentração da solução de ácido nítrico. Calcule o volume de água que deve ser adicionado a  $100 \text{ mL}$  da solução de ácido nítrico para que seu pH seja igual a 2.

**Resolução:**

**a)** Equação que representa a reação de neutralização entre o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e o hidróxido de potássio ( $\text{KOH}$ ):  $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{KNO}_3$ .

Nome do sal formado nessa reação: nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ).

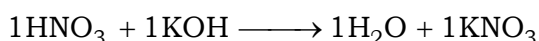
**b)** Cálculo da concentração da solução de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ):

$$[\text{KOH}] = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$V = 30 \text{ mL} = 0,03 \text{ L}$$

$$[\text{KOH}] = \frac{n_{\text{KOH}}}{V} \Rightarrow n_{\text{KOH}} = [\text{KOH}] \times V$$

$$n_{\text{KOH}} = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,03 \text{ L} = 0,006 \text{ mol}$$



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

$$0,006 \text{ mol} \text{ — } 0,006 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HNO}_3} = 0,006 \text{ mol}$$

$$V_{\text{HNO}_3} = 25 \text{ mL} = 0,025 \text{ L}$$

$$[\text{HNO}_3] = \frac{n_{\text{HNO}_3}}{V_{\text{HNO}_3}}$$

$$[\text{HNO}_3] = \frac{0,006 \text{ mol}}{0,025 \text{ L}} = 0,24 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Cálculo do volume de água que deve ser adicionado a 100 mL (0,1 L) da solução de ácido nítrico para que seu pH seja igual a 2:

$$[\text{HNO}_3] = [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{pH} = 2 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{HNO}_3]_{\text{inicial}} = 0,24 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$V_{\text{inicial}} = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

$$[\text{HNO}_3]_{\text{final}} = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$V_{\text{final}} = V_{\text{inicial}} + V_{\text{água}} = (0,1 + V_{\text{água}}) \text{ L}$$

$$[\text{HNO}_3]_{\text{inicial}} \times V_{\text{inicial}} = [\text{HNO}_3]_{\text{final}} \times V_{\text{final}}$$

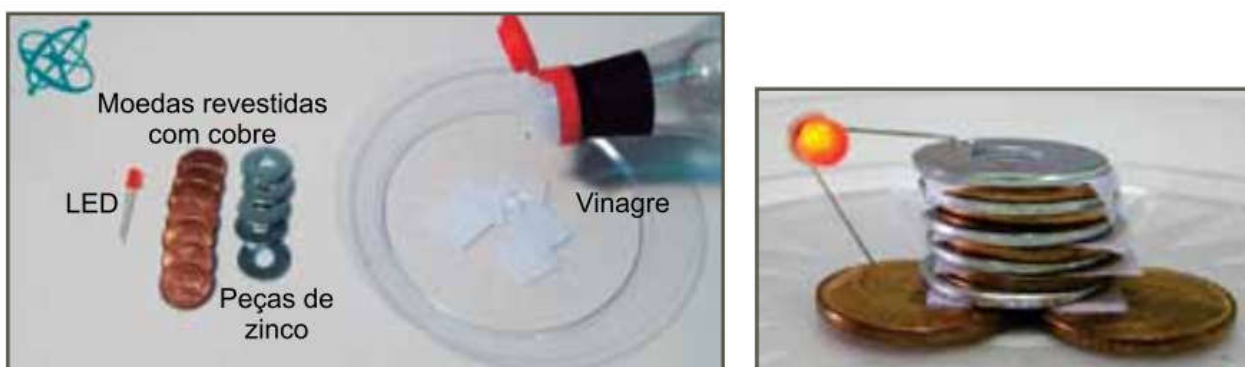
$$0,24 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,1 \text{ L} = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (0,1 + V_{\text{água}}) \text{ L}$$

$$(0,1 + V_{\text{água}}) \text{ L} = \frac{0,24 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,1 \text{ L}}{10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

$$V_{\text{água}} = 2,4 \text{ L} - 0,1 \text{ L}$$

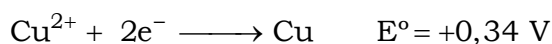
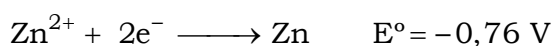
$$V_{\text{água}} = 2,3 \text{ L}$$

**Questão 12.** Em 2020 comemoram-se os 220 anos da invenção da pilha elétrica, um dispositivo que converte energia química em energia elétrica, descoberto por Alessandro Volta. Um grupo de estudantes reproduziu o experimento de Volta utilizando peças de zinco e moedas revestidas de cobre intercaladas por pedaços de papel embebidos em vinagre. Para testar o funcionamento da pilha, foi utilizado um LED, dispositivo que emite luz quando submetido a uma corrente elétrica. As imagens mostram os materiais e o arranjo utilizado.



(www.ciensacao.org. Adaptado.)

Os potenciais de redução do zinco e do cobre são apresentados a seguir.



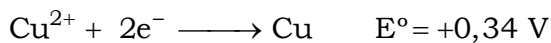
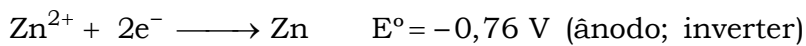
a) Escreva a equação que representa a reação que ocorre no ânodo da pilha. Qual a função do vinagre no dispositivo ilustrado na figura?

b) Indique a espécie química que atua como oxidante durante o funcionamento da pilha. Considerando que foram utilizadas 5 moedas de cobre e 5 peças de zinco, calcule a ddp da pilha representada na figura.

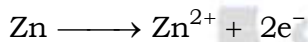
**Resolução:**

a) Comparando as equações fornecidas no texto, vem:

$$-0,76 \text{ V} < +0,34 \text{ V}$$

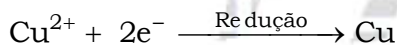


Equação que representa a reação que ocorre no ânodo da pilha:

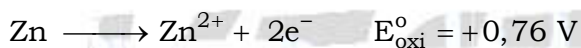


Função do vinagre (meio condutor) no dispositivo ilustrado na figura: permitir o fluxo de íons.

b) A espécie química que atua como oxidante durante o funcionamento da pilha é aquela que sofre redução, ou seja, os íons cobre II ( $\text{Cu}^{2+}$ ).



Cálculo da ddp da pilha:



$$\Delta E = E_{\text{oxi}}^{\circ} + E_{\text{red}}^{\circ}$$

$$\Delta E = +0,76 \text{ V} + 0,34 \text{ V} = 1,10 \text{ V}$$

Para 5 moedas de cobre e 5 peças de zinco, vem:

$$\text{ddp} = 5 \times \Delta E$$

$$\text{ddp} = 5 \times 1,10 \text{ V}$$

$$\text{ddp} = 5,50 \text{ V}$$

**Questão 13.** No artigo “Alquimia em Hogwarts: A magia e o ensino de Química”, o autor relata que, após três anos de trabalho, em 17 de janeiro de 1382, Flamel e sua esposa “transformaram 250 gramas de mercúrio em prata, usando um tipo branco de pedra filosofal. Depois, às cinco da tarde, em 25 de abril de 1382, usaram uma variedade vermelha para transformar mercúrio em ouro”.

(Bruno C. A. Costa *et al.* “Alquimia em Hogwarts: A magia e o ensino de Química”. *Química Nova na Escola*, maio de 2020.)

Os alquimistas acreditavam ser possível transformar um elemento químico em ouro, processo denominado transmutação, utilizando um artefato conhecido como pedra filosofal. No século XX foram descobertos fenômenos nucleares que possibilitam os processos de transmutação, tais como emissões alfa ( ${}^4_2\alpha$ ), beta(-) ( ${}^0_{-1}\beta$ ) e beta(+) ( ${}^0_{+1}\beta$ ). O isótopo 229 do urânio, de meia-vida de aproximadamente 1 hora, decai por emissão de partícula alfa e beta(+), sendo que 20 % da amostra decai por emissão alfa e 80 % decai por emissão beta(+).

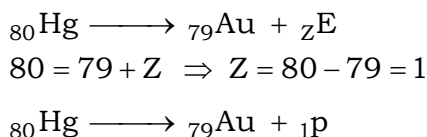
**a)** Qual o nome da partícula fundamental que determina a identidade de um elemento químico? O que precisa ocorrer para que um átomo de mercúrio se transforme em um átomo de ouro?

**b)** Escreva o símbolo do isótopo formado a partir do decaimento alfa do isótopo 229 do urânio. Partindo-se de uma amostra de 100 g de isótopos de urânio-229, determine a massa do produto do decaimento por emissão beta(+) após 4 horas.

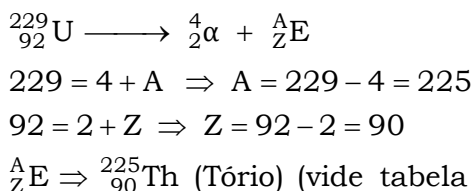
**Resolução:**

**a)** Nome da partícula fundamental que determina a identidade de um elemento químico: próton ou número atômico (Z).

Um átomo de mercúrio (Hg; Z = 80) deve liberar um próton para que se transforme em um átomo de ouro (Au; Z = 79):



**b)** Símbolo do isótopo formado a partir do decaimento alfa do isótopo 229 do urânio:  ${}^{225}_{90}\text{Th}$ .





De acordo com o texto do enunciado da questão, o isótopo 229 do urânio tem meia-vida de aproximadamente 1 hora e decai por emissão de partícula alfa e beta(+), sendo que 80 % decai por emissão beta(+). Partindo-se de uma amostra de 100 g, vem:

$$t = 4 \text{ h} \Rightarrow t = 4 \times (1 \text{ h})$$

$$100 \% \text{ ——— } 100 \text{ g}$$

$$80 \% \text{ ——— } 80 \text{ g}$$

$$80 \text{ g} \xrightarrow{1 \text{ hora}} 40 \text{ g} \xrightarrow{1 \text{ hora}} 20 \text{ g} \xrightarrow{1 \text{ hora}} 10 \text{ g} \xrightarrow{1 \text{ hora}} 5 \text{ g} \quad (\text{massa do U-229})$$

$$0 \text{ g} \xrightarrow{1 \text{ hora}} 40 \text{ g} \xrightarrow{1 \text{ hora}} 60 \text{ g} \xrightarrow{1 \text{ hora}} 70 \text{ g} \xrightarrow{1 \text{ hora}} 75 \text{ g} \quad (\text{massa do produto})$$

Massa do produto do decaimento = 75 g.

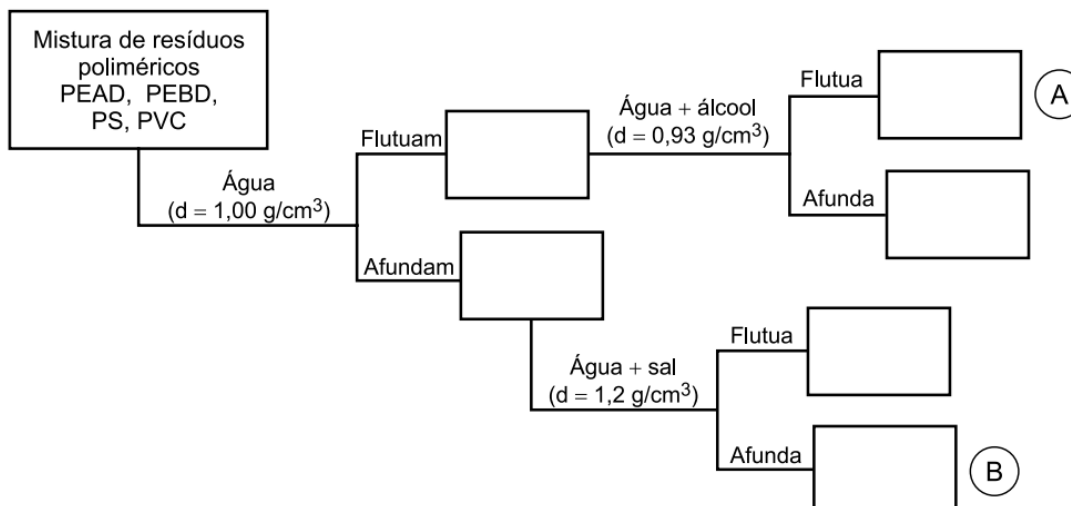
**Questão 14.** A separação de materiais poliméricos para reciclagem pode ser realizada por meio de uma técnica baseada na diferença de densidade dos materiais. Uma cooperativa necessita separar os polímeros polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno de baixa densidade (PEBD), poliestireno (PS) e policloreto de vinila (PVC). Para isso, utiliza a seguinte tabela de densidades:

Polímero	PEAD	PEBD	PS	PVC
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	0,94	0,92	1,05	1,35

O PVC é produzido pela polimerização do monocloroetileno, o qual é obtido por meio da seguinte sequência de reações:

- adição de gás cloro ao etileno (nome comum do eteno), formando 1,2-dicloroetano;
- pirólise do 1,2-dicloroetano, formando monocloroetileno e cloreto de hidrogênio anidro.

**a)** Considerando o diagrama a seguir, cite, no campo de Resolução e Resposta, os polímeros que são recuperados, respectivamente, em A e B.



b) Escreva a fórmula estrutural do etileno. Utilizando fórmulas estruturais, equacione a reação de obtenção do 1,2-dicloroetano.

**Resolução:**

a) De acordo com a tabela de densidades:

$$\left. \begin{array}{l} d_{\text{PEAD}} (0,94 \text{ g/cm}^3) < d_{\text{Água}} (1,00 \text{ g/cm}^3) \\ d_{\text{PEBD}} (0,92 \text{ g/cm}^3) < d_{\text{Água}} (1,00 \text{ g/cm}^3) \end{array} \right\} d_{\text{PEAD}} \text{ e } d_{\text{PEBD}} \text{ flutuam.}$$

$$\left. \begin{array}{l} d_{\text{PS}} (1,05 \text{ g/cm}^3) > d_{\text{Água}} (1,00 \text{ g/cm}^3) \\ d_{\text{PVC}} (1,35 \text{ g/cm}^3) > d_{\text{Água}} (1,00 \text{ g/cm}^3) \end{array} \right\} \text{PS e PVC afundam.}$$

$$d_{\text{PEAD}} (0,94 \text{ g/cm}^3) > d_{\text{Água} + \text{álcool}} (0,93 \text{ g/cm}^3) \Rightarrow \text{PEAD afunda.}$$

$$d_{\text{PEBD}} (0,92 \text{ g/cm}^3) < d_{\text{Água} + \text{álcool}} (0,93 \text{ g/cm}^3) \Rightarrow \text{PEBD flutua} \Rightarrow \text{(A).}$$

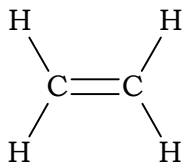
$$d_{\text{PS}} (1,05 \text{ g/cm}^3) < d_{\text{Água} + \text{sal}} (1,2 \text{ g/cm}^3) \Rightarrow \text{PS flutua.}$$

$$d_{\text{PVC}} (1,35 \text{ g/cm}^3) > d_{\text{Água} + \text{sal}} (1,2 \text{ g/cm}^3) \Rightarrow \text{PVC afunda} \Rightarrow \text{(B).}$$

Polímero recuperado em A: PEBD.

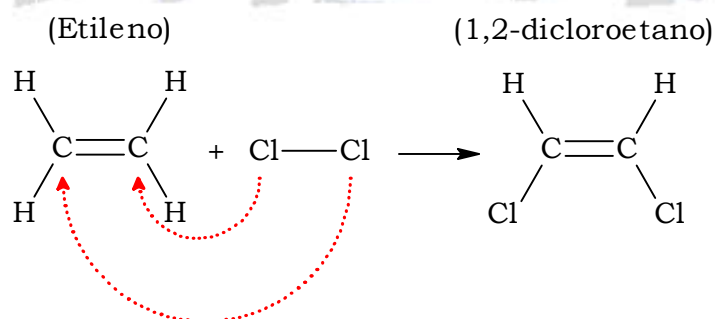
Polímero recuperado em B: PVC.

b) Fórmula estrutural do etileno (eteno):



De acordo com o texto do enunciado:

- adição de gás cloro ao etileno (nome comum do eteno) forma 1,2-dicloroetano:



Dado:

**CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA**

1 1 H hidrogênio 1,01																	18 2 He hélio 4,00
3 Li lítio 6,94	4 Be berílio 9,01											5 B boro 10,8	6 C carbono 12,0	7 N nitrogênio 14,0	8 O oxigênio 16,0	9 F flúor 19,0	10 Ne neônio 20,2
11 Na sódio 23,0	12 Mg magnésio 24,3											13 Al alumínio 27,0	14 Si silício 28,1	15 P fósforo 31,0	16 S enxofre 32,1	17 Cl cloro 35,5	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 cromio 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 ósmio 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 actinóides	104 Rf rutherfordio	105 Db dúbnio	106 Sg seabórgio	107 Bh bóhrio	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 hólmio 165	68 Er érbio 167	69 Tm túlio 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 américio	96 Cm cúrio	97 Bk berquélio	98 Cf califórnio	99 Es einstênio	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.

PARA O

VESTIBULAR