

CONHECIMENTOS GERAIS

51. A imagem mostra a formação de água líquida por meio de duas mudanças de estado físico distintas:

Mudança 1 – água formada na superfície externa de um copo.

Mudança 2 – água proveniente do derretimento de gelo.



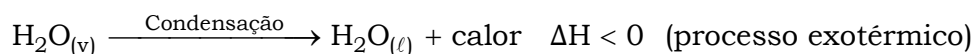
(www.purizon.com.br)

De acordo com as informações fornecidas, afirma-se que nas mudanças citadas ocorre

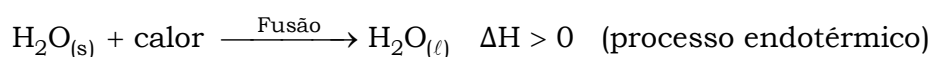
- (A) condensação em 1 e fusão em 2; e ambos os processos são exotérmicos.
- (B) liquefação em 1 e em 2; um processo exotérmico.
- (C) condensação e processo exotérmico em 1; fusão e processo endotérmico em 2.
- (D) liquefação e processo endotérmico em 1; fusão e processo exotérmico em 2.
- (E) sublimação em 1 e liquefação em 2; e ambos os processos são exotérmicos.

**Resolução:** Alternativa C.

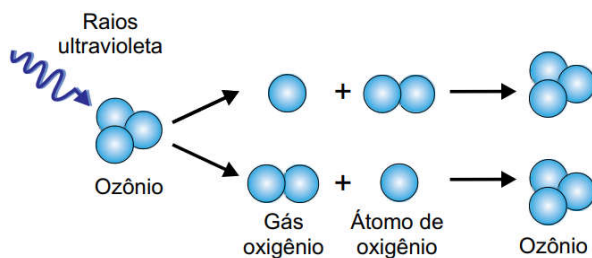
Mudança 1 – água formada na superfície externa de um copo: trata-se da condensação da água, ou seja, mudança do estado de agregação gasoso na forma de vapor para líquido.



Mudança 2 – água proveniente do derretimento de gelo: trata-se da fusão da água sólida, ou seja, mudança do estado de agregação sólido para líquido.



52. O gás ozônio é uma substância química ambígua do ponto de vista ambiental. Na troposfera, o ozônio é tóxico devido ao caráter oxidante. Na estratosfera, absorve radiação ultravioleta nociva ao ser humano por meio de um processo natural que leva à contínua formação e fragmentação da molécula, como representado na imagem.



(www.wwf.org.br. Adaptado.)

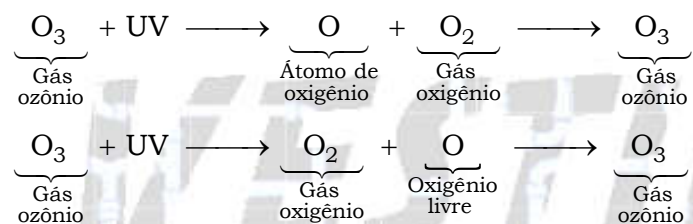
O processo ilustrado na imagem envolve a participação de

- (A) um elemento químico e dois alótropos do oxigênio.
- (B) um elemento químico e dois isóbaros do oxigênio.
- (C) um elemento químico e dois isótopos do oxigênio.
- (D) três substâncias químicas e dois alótropos do oxigênio.
- (E) três substâncias químicas e dois isóbaros do oxigênio.

**Resolução:** Alternativa A.

O processo ilustrado na imagem envolve a participação do elemento químico oxigênio (O) e duas variedades alotrópicas (substâncias diferentes formadas pelo mesmo elemento químico), o gás oxigênio (O<sub>2</sub>) e o gás ozônio (O<sub>3</sub>).

Esquema da fragmentação do ozônio fornecido na figura do enunciado:



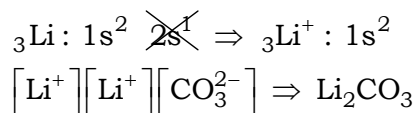
53. O lítio é um metal alcalino economicamente importante e bastante versátil. A forma iônica desse elemento químico combinada ao íon carbonato (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) forma o carbonato de lítio, composto iônico empregado como medicamento no tratamento do transtorno bipolar.

A fórmula do composto iônico de lítio mencionado no texto e a distribuição eletrônica em níveis e subníveis de energia do íon lítio são:

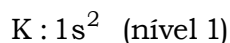
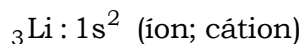
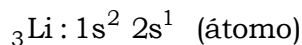
- (A) Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> e 1s<sup>2</sup> 2s<sup>1</sup>
- (B) Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> e 1s<sup>2</sup>
- (C) LiCO<sub>3</sub> e 1s<sup>2</sup>
- (D) Li(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> e 1s<sup>2</sup>
- (E) Li(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> e 1s<sup>2</sup> 2s<sup>1</sup>

**Resolução:** Alternativa B.

Fórmula do composto iônico de lítio mencionado no texto:  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ .



Distribuição eletrônica em níveis e subníveis de energia do íon lítio:



**54.** Analise o primeiro verso do poema “Psicologia de um Vencido”, de Augusto dos Anjos, que faz alusão à composição química dos seres humanos restringindo-a ao elemento químico carbono e ao composto amônia ( $\text{NH}_3$ ).

Eu, filho do carbono e do amoníaco,  
 Monstro de escuridão e rutilância,  
 Sofro, desde a epigênese da infância,  
 A influência má dos signos do zodíaco.

Todos os elementos químicos identificados no poema podem ser encontrados nas moléculas de

- (A) polissacarídeos.
- (B) carboidratos.
- (C) lipídeos.
- (D) enzimas.
- (E) ácidos graxos.

**Resolução:** Alternativa D.

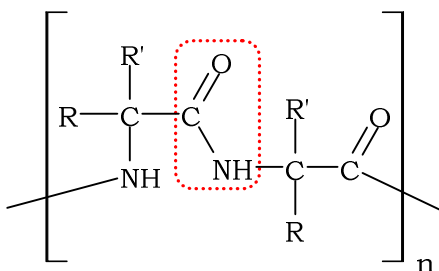
Observações: rutilância (brilho); epigênese (desenvolvimento através das gerações).

Citação: “Eu, filho do carbono (C) e do amoníaco (“ $\text{NH}_3$ ”)”.

Elementos químicos identificados: C (carbono), N (nitrogênio) e H (hidrogênio).

A maior parte das enzimas são proteínas (apresentam ligação peptídica), ou seja, contêm carbono (C), nitrogênio (N), oxigênio (O) e hidrogênio (H).

Exemplo:



55. Um médico prescreve para seu paciente a infusão de 30 mL de uma solução preparada pela diluição de 400 mg de determinado medicamento em 240 mL de soro glicosado a 5 % (m/v). As massas do medicamento e de glicose administradas ao paciente são, respectivamente, de

- (A) 0,18 g e 1,2 g.
- (B) 1,8 g e 1,5 g.
- (C) 0,05 g e 1,5 g.
- (D) 0,05 g e 1,2 g.
- (E) 0,5 g e 1,5 g.

**Resolução:** Alternativa C.

$$\frac{400 \text{ mg (medicamento)}}{240 \text{ mL (soro glicosado)}} = \frac{m_{\text{medicamento}}}{30 \text{ mL (soro glicosado)}}$$

$$m_{\text{medicamento}} = 30 \text{ mL} \times \frac{400 \text{ mg}}{240 \text{ mL}} = 50 \text{ mg}$$

$$m_{\text{medicamento}} = \frac{50}{1000} \text{ g} \Rightarrow m_{\text{medicamento}} = 0,05 \text{ g}$$

$$\frac{5 \text{ g (glicose)}}{100 \text{ mL (soro glicosado)}} = \frac{m_{\text{glicose no soro}}}{240 \text{ mL (soro glicosado)}} \Rightarrow m_{\text{glicose no soro}} = 240 \text{ mL} \times \frac{5 \text{ g}}{100 \text{ mL}}$$

5% (m/V)

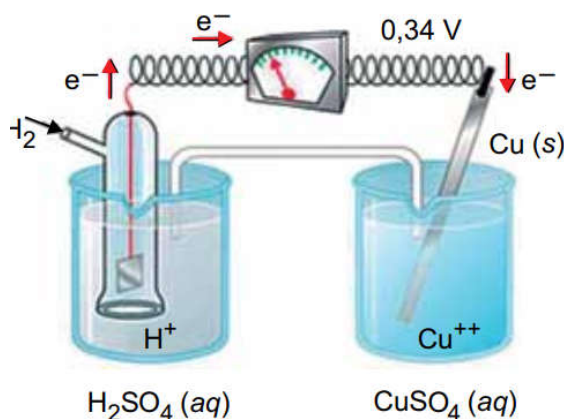
$$m_{\text{glicose no soro}} = 12 \text{ g}$$

$$\frac{12 \text{ g}}{240 \text{ mL}} = \frac{m_{\text{glicose administrada}}}{30 \text{ mL}}$$

$$m_{\text{glicose administrada}} = 30 \text{ mL} \times \frac{12 \text{ g}}{240 \text{ mL}} \Rightarrow m_{\text{glicose administrada}} = 1,5 \text{ g}$$

56. O arranjo experimental mostrado na imagem representa uma célula eletroquímica (pilha) usada na obtenção do potencial padrão de redução ( $E^\circ$ ) de semirreações, adotando-se  $E^\circ = 0 \text{ V}$  para o eletrodo de hidrogênio. Atribui-se  $E^\circ$  positivo para o metal que reduz frente ao H e  $E^\circ$  negativo para o metal ou espécie que oxida.

A substituição do cobre por outro metal (metal M) no arranjo experimental gera um potencial de 0,44 V e o fluxo de elétrons inverte-se de M para o eletrodo de hidrogênio.



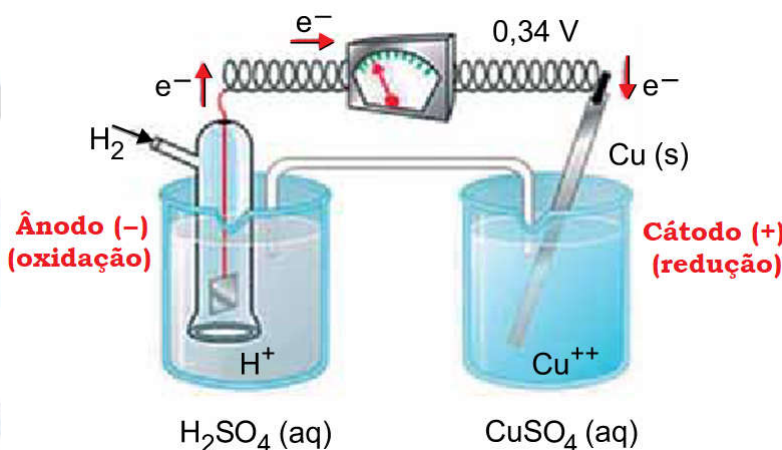
(brasilecola.uol.com.br)

De acordo com as informações, uma pilha formada pelo metal M e pelo metal cobre produz um potencial de

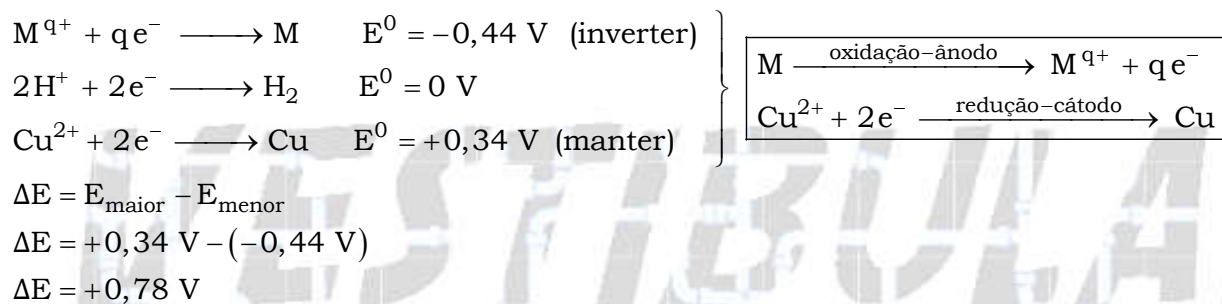
- (A) 0,10 V, na qual M é o cátodo.
- (B) 0,78 V, em que o cobre é o cátodo.
- (C) 0,10 V, em que o cobre é o ânodo.
- (D) 0,10 V, na qual M é o ânodo.
- (E) 0,78 V, na qual M é o cátodo.

**Resolução:** Alternativa B.

Esquemáticamente, vem:



De acordo com o texto do enunciado, atribui-se  $E^\circ$  positivo para o metal que reduz frente ao H e  $E^\circ$  negativo para o metal ou espécie que oxida. Então:



57. Analise os dados extraídos dos rótulos de duas marcas de água mineral.

	Água mineral 1	Água mineral 2
Composição química (mg/L)	pH = 6,07	pH = 10,0
Bicarbonato, $HCO_3^-$	19,55	78,43
Carbonato, $CO_3^{2-}$	—	61,19
Sódio, $Na^+$	6,57	75,81
Potássio, $K^+$	9,97	0,21
Nitrato, $NO_3^-$	0,30	0,50



A concentração de íons  $H^+$  na água mineral 1 é da ordem de  $10^4$  \_\_\_\_\_ vezes que na água mineral 2. Contribuem para o elevado pH da água mineral 2 a presença dos íons \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_.

As lacunas do texto são preenchidas, respectivamente, por

- (A) menor; bicarbonato e sódio.
- (B) menor; potássio e nitrato.
- (C) maior; bicarbonato e sódio.
- (D) maior; sódio e potássio.
- (E) maior; bicarbonato e carbonato.

**Resolução:** Alternativa E.

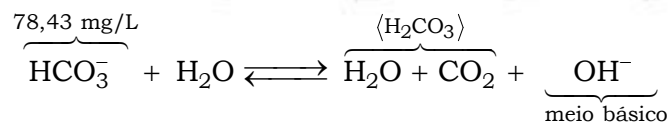
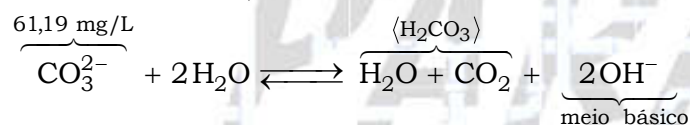
A concentração de íons  $H^+$  na água mineral 1 é da ordem de  $10^4$  vezes maior que na água mineral 2. Contribuem para o elevado pH (meio básico) da água mineral 2 a presença dos íons bicarbonato e carbonato.

$$[H^+] = 10^{-pH}; \quad pH_1 = 6,07 \Rightarrow [H^+]_1 = 10^{-6,07}; \quad pH_2 = 10,0 \Rightarrow [H^+]_2 = 10^{-10,0}$$

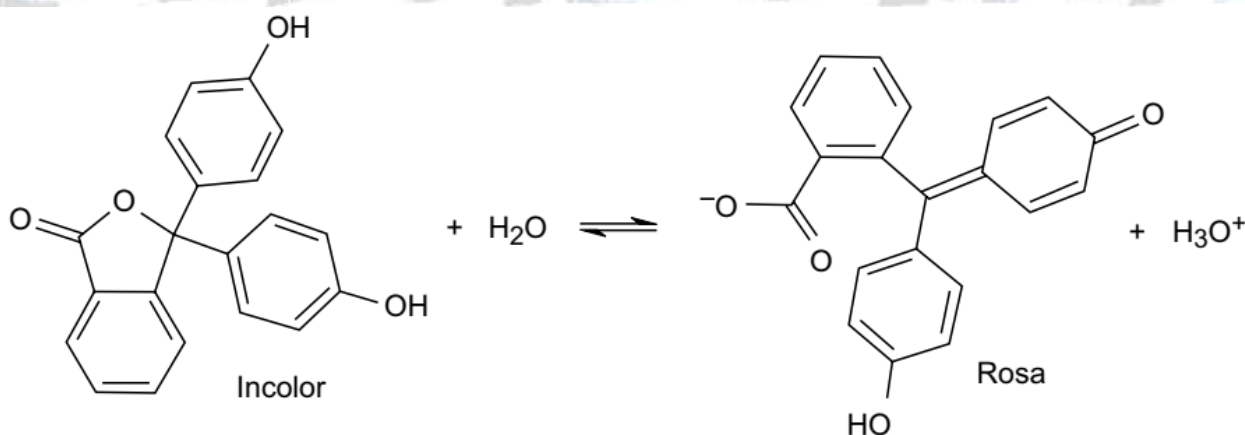
$$\frac{[H^+]_1}{[H^+]_2} = \frac{10^{-6,07}}{10^{-10,0}} \Rightarrow \frac{[H^+]_1}{[H^+]_2} = 10^{(-6,07+10,0)}$$

$$[H^+]_1 = 10^{3,93} \times [H^+]_2$$

$$[H^+]_1 \approx 10^4 \times [H^+]_2$$



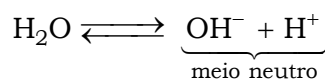
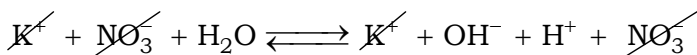
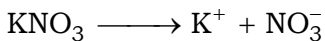
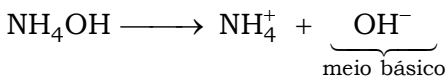
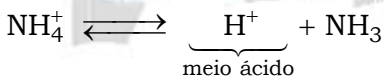
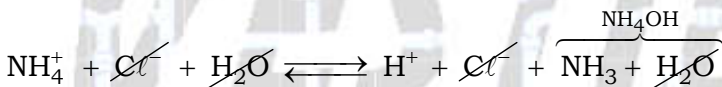
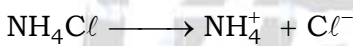
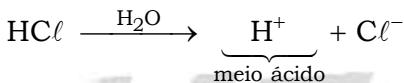
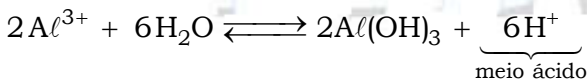
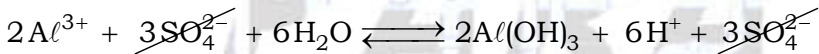
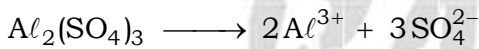
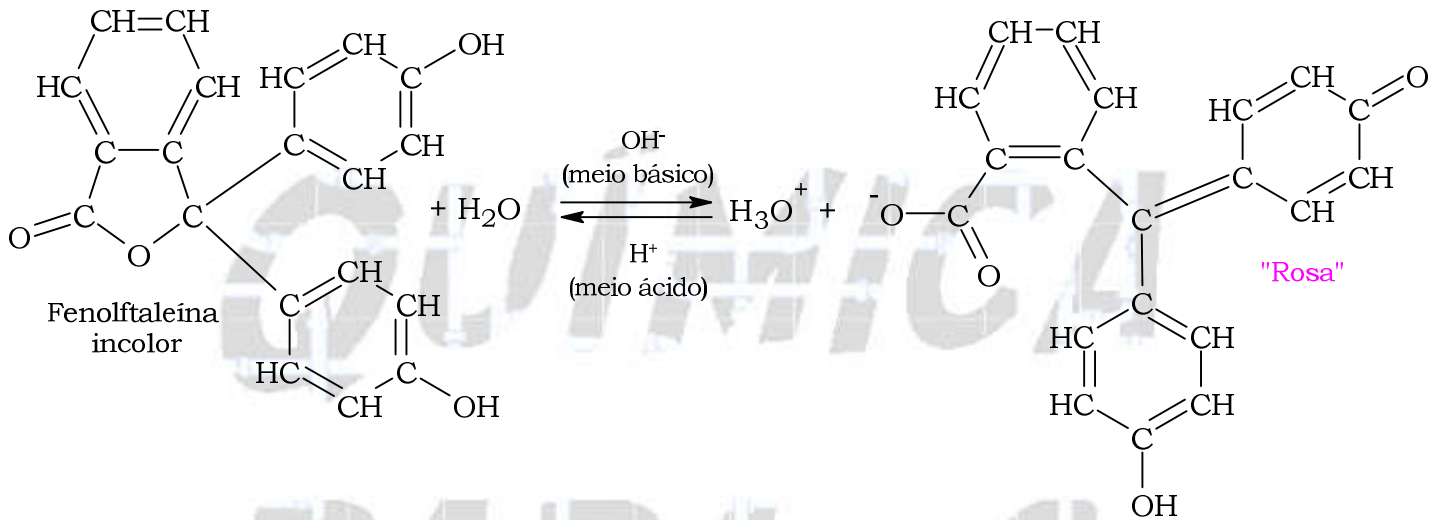
**58.** Indicadores ácido-base são compostos químicos que alteram a coloração da solução aquosa em função do pH. A equação mostra o equilíbrio químico da fenolftaleína em meio aquoso. Esse indicador muda a cor da solução em pH ao redor de 8.



A fenolftaleína deixa rosa a solução aquosa de

- (A)  $Al_2(SO_4)_3$
- (B)  $HCl$
- (C)  $NH_4Cl$
- (D)  $NH_4OH$
- (E)  $KNO_3$

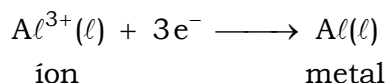
**Resolução:** Alternativa D.



Conclusão: A fenolftaleína deixa rosa a solução aquosa de  $NH_4OH$ .

59. A reciclagem do alumínio no Brasil é fonte de renda para coletores de material reciclado, além de proporcionar relevante economia de recursos e energia quando comparado à produção do metal por meio da eletrólise da alumina fundida.

Uma lata de refrigerante vazia pesa em média 13,5 g e consome a carga correspondente a 1 Faraday (96500 C) para cada mol de elétrons envolvidos no processo. A equação representa a reação de redução do alumínio durante a eletrólise da alumina fundida.



O tempo de eletrólise necessário para a produção da massa de alumínio correspondente a uma lata de refrigerante, utilizando uma corrente de 10 A, é de, aproximadamente,

- (A) 240 minutos.
- (B) 150 minutos.
- (C) 90 minutos.
- (D) 520 minutos.
- (E) 40 minutos.

**Resolução:** Alternativa A.

$$\begin{array}{ccc} 1\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^{-} & \longrightarrow & 1\text{Al} \\ 3 \times 96500 \text{ C} & \longrightarrow & 27 \text{ g} \\ Q & \longrightarrow & 13,5 \text{ g} \end{array}$$

$$Q = \frac{3 \times 96500 \text{ C} \times 13,5 \text{ g}}{27 \text{ g}} = 144750 \text{ C} \Rightarrow Q = 144750 \text{ A} \cdot \text{s}$$

$$i = 10 \text{ A}; 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

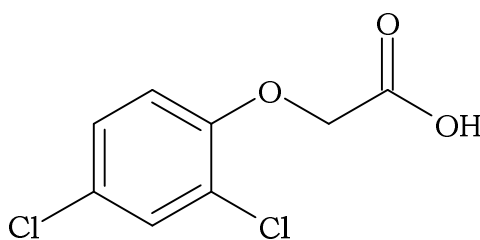
$$Q = i \times t \Rightarrow t = \frac{Q}{i}$$

$$t = \frac{144750 \text{ A} \cdot \text{s}}{10 \text{ A}} = 14475 \text{ s}$$

$$t_{\text{min}} = \frac{14475}{60} = 241,25 \text{ min}$$

$$t_{\text{min}} \approx 240 \text{ min}$$

60. O 2,4-D, como é conhecido no setor agrícola o ácido 2,4-diclorofenoxiacético, é um herbicida que está entre os cinco agrotóxicos mais utilizados no Brasil.



2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético)



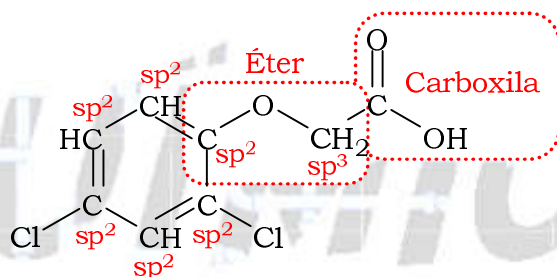
O nome do grupo funcional oxigenado ligado a um carbono  $sp^2$  é:

- (A) éster.
- (B) éter.
- (C) álcool.
- (D) cetona.
- (E) ácido carboxílico.

**Resolução:** Alternativa B.

O ácido carboxílico (carboxila) está ligado a um carbono  $sp^3$ .

O éter está ligado a um carbono  $sp^2$  do anel benzênico.



## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

**09.** O superfosfato simples (SSP),  $CaH_4(PO_4)_2 + CaSO_4$ , é um tipo de fertilizante fosfatado que apresenta parte do fósforo solúvel disponível para as plantas e que pode ter ainda outros nutrientes constituintes ou micronutrientes agregados.

O SSP é obtido pela reação do fosfato de cálcio,  $Ca_3(PO_4)_2$ , (massa molar = 310 g/mol), componente da rocha fosfática, com o ácido sulfúrico,  $H_2SO_4$ , (98 g/mol), conforme a equação não balanceada:

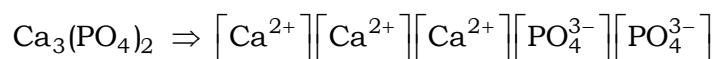


**a)** Apresente a fórmula do ânion fosfato. Escreva a equação da primeira etapa de ionização do ácido sulfúrico.

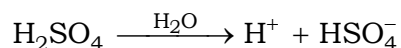
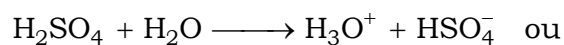
**b)** Balanceie a equação de formação do SSP. Calcule a massa de ácido sulfúrico, em kg, necessária para reagir completamente com 500 kg de rocha fosfática contendo 80% de fosfato de cálcio.

**Resolução:**

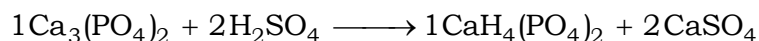
**a)** Fórmula do ânion fosfato:  $PO_4^{3-}$ .



Primeira etapa de ionização do ácido sulfúrico:

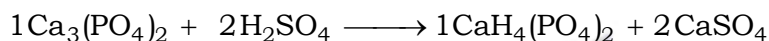


**b)** Balanceamento da equação de formação do SSP (pelo método das tentativas):



Cálculo da massa de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), em kg, necessária para reagir completamente com 500 kg de rocha fosfática contendo 80 % de fosfato de cálcio ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ):

$$80\% = 0,80$$



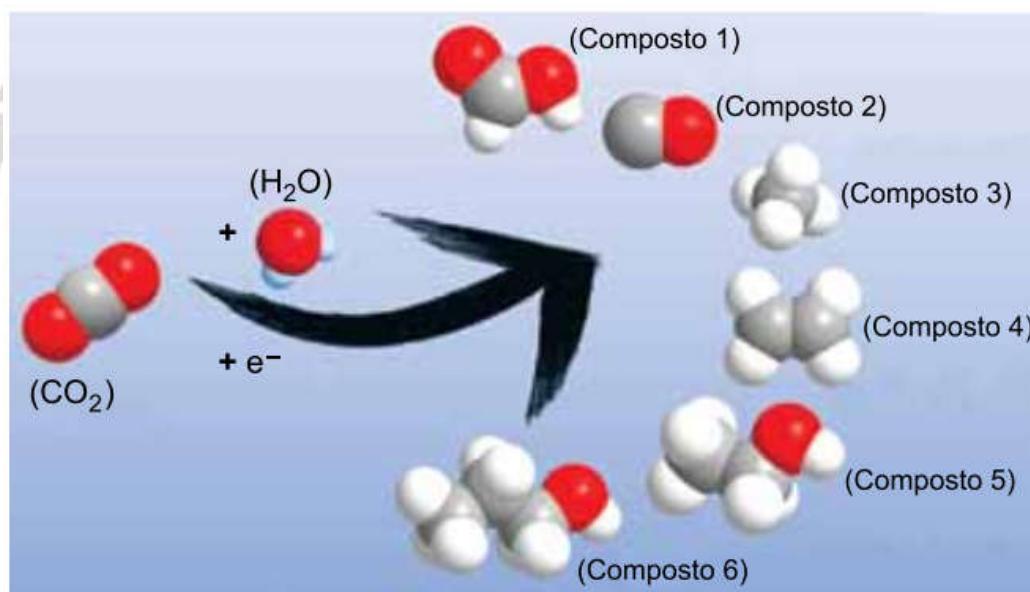
$$310 \text{ g} \text{ — } 2 \times 98 \text{ g}$$

$$0,80 \times 500 \text{ kg} \text{ — } m_{\text{H}_2\text{SO}_4}$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{0,80 \times 500 \text{ kg} \times 2 \times 98 \text{ g}}{310 \text{ g}}$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 252,90322 \text{ kg} \Rightarrow m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 252,9 \text{ kg}$$

**10.** Reduzir a emissão de gases poluentes na atmosfera e, se possível, transformá-los em substâncias com valor agregado são ações de interesse mundial e objetos de estudos científicos. A figura, na qual os átomos são representados segundo o modelo atômico de Dalton, mostra uma representação dos hidrocarbonetos e compostos orgânicos oxigenados que podem ser obtidos por meio da redução eletroquímica do gás carbônico,  $\text{CO}_2$ .



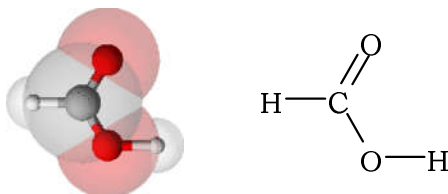
(Revista Quím. Nova na Escola, vol. 45, 2023. Adaptado.)

**a)** Com base na figura, identifique o número da estrutura que representa um ácido carboxílico. Escreva a fórmula molecular do composto que possui carbono insaturado.

**b)** Indique, dentre os produtos formados na redução eletroquímica do  $\text{CO}_2$ , os números do par de compostos que ao reagir entre si formam um éster com a menor massa molar. Escreva a fórmula estrutural de um isômero de posição do álcool de maior massa molar formado na redução eletroquímica do  $\text{CO}_2$ .

**Resolução:**

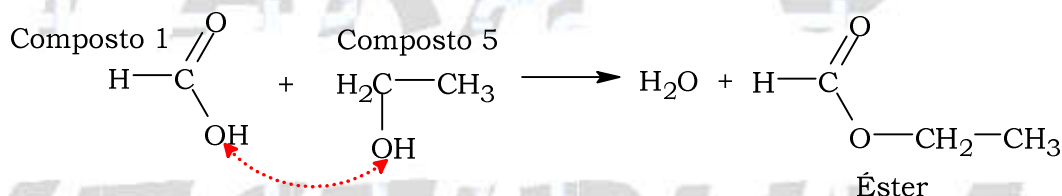
**a)** Identificação do número da estrutura que representa um ácido carboxílico ( $\text{R}-\text{COOH}$ ): composto 1.



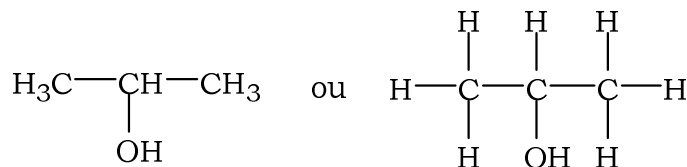
Fórmula molecular do composto 4, que possui carbono insaturado:  $\text{C}_2\text{H}_4$ .



**b)** Números do par de compostos que ao reagir entre si formam um éster com a menor massa molar: 1 e 5.



Fórmula estrutural de um isômero de posição do álcool de maior massa molar ( $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ ) formado:

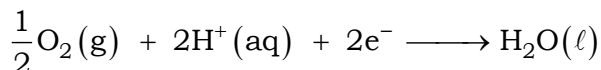


**11.** O etilômetro, ou bafômetro, mais utilizado na fiscalização da Lei Seca é um dispositivo do tipo detector-medidor eletroquímico, cujo princípio de funcionamento é análogo às células a combustível. Nesse dispositivo, a pessoa sopra através de um tubo descartável e o etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , massa molar 46 g/mol,  $d = 0,8 \text{ g/mL}$ , a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ) expirado é oxidado em meio ácido sobre um disco plástico poroso coberto com pó de platina e umedecido com ácido sulfúrico. Cada lado desse disco poroso está conectado a um eletrodo.

No eletrodo negativo ocorre a oxidação do etanol catalisada pela platina:



No eletrodo positivo, o oxigênio do ar é reduzido:



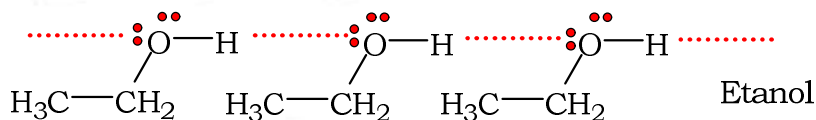
A corrente elétrica gerada pela reação do álcool contido no ar expirado (ar presente nos pulmões) resulta numa leitura no dispositivo, já convertida para o teor de álcool no sangue da pessoa testada. A relação entre a quantidade de álcool existente no sangue e no ar expirado é de 1/2000, ou seja, 1 mL de sangue contém tanto álcool quanto 2 L de ar expirado.

**a)** Identifique o tipo de interação intermolecular mais forte existente no etanol e a função orgânica a que pertence o produto formado na oxidação do etanol no etilômetro.

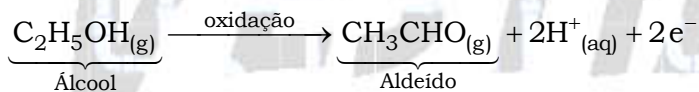
**b)** Escreva a equação completa da reação de oxirredução ocorrida nesse bafômetro. Considerando que um adulto tem em média 5 L de sangue, calcule a quantidade de matéria (mol) de etanol presente em 2 litros do ar expirado por um indivíduo que ingeriu 500 mL de cerveja (5 % em volume de etanol).

**Resolução:**

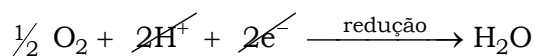
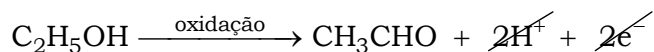
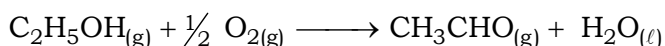
**a)** Tipo de interação intermolecular mais forte existente no etanol: ligação de hidrogênio ou ponte de hidrogênio.



Função orgânica a que pertence o produto formado na oxidação do etanol no etilômetro: aldeído.



**b)** Equação completa da reação de oxirredução ocorrida no bafômetro:



Cálculo da quantidade de matéria (mol) de etanol presente em 2 litros do ar expirado por um indivíduo que ingeriu 500 mL de cerveja (5 % em volume de etanol), considerando que um adulto tem em média 5 L (5000 mL) de sangue:

$$5\% = \frac{5}{100} = 0,05$$

$$V_{\text{etanol}} (\text{em } 500 \text{ mL de cerveja}) = 0,05 \times 500 \text{ mL} = 25 \text{ mL}$$

$$5000 \text{ mL (sangue)} \text{ ————— } 25 \text{ mL (etanol)}$$

$$1 \text{ mL (sangue)} \text{ ————— } V'_{\text{etanol}}$$

$$V'_{\text{etanol}} = \frac{1 \text{ mL} \times 25 \text{ mL}}{5000 \text{ mL}} = 0,005 \text{ mL}$$

$$d_{\text{etanol}} = 0,8 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}; M_{\text{etanol}} = 46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$d_{\text{etanol}} = \frac{m_{\text{etanol}}}{V'_{\text{etanol}}} \Rightarrow m_{\text{etanol}} = d_{\text{etanol}} \times V'_{\text{etanol}}$$

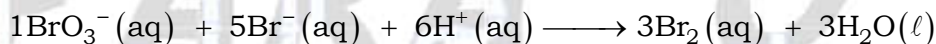
$$m_{\text{etanol}} = 0,8 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 0,005 \text{ mL} = 0,004 \text{ g}$$

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

$$n_{\text{etanol}} = \frac{0,004 \text{ g}}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,0000869 \text{ mol}$$

$$n_{\text{etanol}} = 8,69 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

12. A equação iônica balanceada representa a reação do ácido bromídrico com o ácido brômico em meio aquoso.



Em um estudo cinético dessa reação, em temperatura controlada, mediu-se a velocidade de consumo de cada reagente em diferentes concentrações. A tabela apresenta os resultados obtidos.

Experimento	Concentração inicial (mol/L)			Velocidade da reação (mol/L.s)
	BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>	
1	0,20	0,20	0,20	2,4 × 10 <sup>-3</sup>
2	0,40	0,20	0,20	4,8 × 10 <sup>-3</sup>
3	0,20	0,60	0,20	7,2 × 10 <sup>-3</sup>
4	0,40	0,20	0,40	1,92 × 10 <sup>-2</sup>

a) Qual a fórmula molecular do ácido bromídrico? Qual o número de oxidação do elemento bromo no íon BrO<sub>3</sub><sup>-</sup>?

b) Determine a ordem da reação com relação ao H<sup>+</sup> na reação do ácido bromídrico com o ácido brômico em meio aquoso.

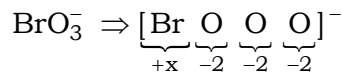
Escreva a equação da velocidade para essa reação.



**Resolução:**

a) Fórmula molecular do ácido bromídrico: HBr.

Número de oxidação do elemento bromo no íon  $\text{BrO}_3^-$ :  $\text{Nox} = +5$ .



$$+x - 2 - 2 - 2 = -1 \Rightarrow x = 6 - 1$$

$$x = +5 \Rightarrow \text{Nox}(\text{Br}) = +5$$

b) Ordem da reação com relação ao  $\text{H}^+$  na reação do ácido bromídrico com o ácido brômico em meio aquoso: 2 (dois).

$$v = k \times [\text{BrO}_3^-]^a \times [\text{Br}^-]^b \times [\text{H}^+]^c$$

$$\frac{\text{Experimento 4}}{\text{Experimento 2}} = \frac{1,92 \times 10^{-2}}{4,8 \times 10^{-3}} = \frac{k \times (0,40)^a \times (0,20)^b \times (0,40)^c}{k \times (0,40)^a \times (0,20)^b \times (0,20)^c}$$

$$4 = 2^c \Rightarrow 2^2 = 2^c \Rightarrow c = 2 \text{ (ordem 2)}$$

Equação da velocidade para essa reação:  $v = k \times [\text{BrO}_3^-]^1 \times [\text{Br}^-]^1 \times [\text{H}^+]^2$ .

$$v = k \times [\text{BrO}_3^-]^a \times [\text{Br}^-]^b \times [\text{H}^+]^c$$

$$\frac{\text{Experimento 2}}{\text{Experimento 1}} = \frac{4,8 \times 10^{-3}}{2,4 \times 10^{-3}} = \frac{k \times (0,40)^a \times (0,20)^b \times (0,20)^c}{k \times (0,20)^a \times (0,20)^b \times (0,20)^c}$$

$$2^1 = 2^a \Rightarrow a = 1$$

$$\frac{\text{Experimento 3}}{\text{Experimento 1}} = \frac{7,2 \times 10^{-3}}{2,4 \times 10^{-3}} = \frac{k \times (0,20)^a \times (0,60)^b \times (0,20)^c}{k \times (0,20)^a \times (0,20)^b \times (0,20)^c}$$

$$3^1 = 3^b \Rightarrow b = 1$$

$$v = k \times [\text{BrO}_3^-]^a \times [\text{Br}^-]^b \times [\text{H}^+]^c \Rightarrow v = k \times [\text{BrO}_3^-]^1 \times [\text{Br}^-]^1 \times [\text{H}^+]^2$$

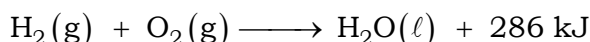
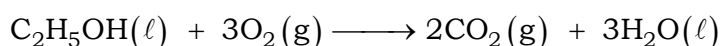
**13.** Foi lançado nesta quinta-feira (10.08.2023) o projeto da primeira estação do mundo de abastecimento de hidrogênio renovável a partir do etanol.

(<https://fapesp.br>. Adaptado.)

O etanol produzido da cana-de-açúcar é um combustível renovável que emite menos poluentes que os combustíveis fósseis.

A combustão do hidrogênio emite zero poluente, formando apenas água como produto. Por outro lado, a produção do hidrogênio pelos métodos tradicionais tem custo elevado e sua armazenagem é um desafio devido à baixa densidade — 1 mol de  $\text{H}_2$  (2 g/mol) ocupa 25 L nas Condições Ambientais de Temperatura e Pressão (CATP). A “parceria” etanol-hidrogênio divulgada na notícia pode mitigar esses entraves e traz perspectivas animadoras para o meio ambiente.

Considere as equações com as reações de combustão completa do etanol e do hidrogênio e a tabela com os calores de formação.



Substância	Calor de formação (kJ/mol)
CO <sub>2</sub>	- 394
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	- 278

- a) Escreva a fórmula eletrônica (fórmula de Lewis) para a molécula do CO<sub>2</sub>. Qual o volume ocupado por 100 g de gás hidrogênio nas CATP?
- b) Calcule a energia, em kJ, produzida na combustão de 10 g de gás hidrogênio. Qual a entalpia de combustão do etanol?

**Resolução:**

a) C: grupo 14 (família IVA – 4 elétrons de valência); faz quatro ligações covalentes.

O: grupo 16 (família VIA – 6 elétrons de valência); faz duas ligações covalentes.

Fórmula eletrônica (fórmula de Lewis) para a molécula do CO<sub>2</sub>:



Cálculo do volume ocupado por 100 g de gás hidrogênio nas CATP:

$$M_{\text{H}_2} = 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}; m_{\text{H}_2} = 100 \text{ g}; V_{\text{CATP}} = 25 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$2 \text{ g} \text{ ————— } 25 \text{ L}$$

$$100 \text{ g} \text{ ————— } V$$

$$V = \frac{100 \text{ g} \times 25 \text{ L}}{2 \text{ g}} \Rightarrow V = 1250 \text{ L}$$

b) Cálculo da energia, em kJ, produzida na combustão de 10 g de gás hidrogênio:

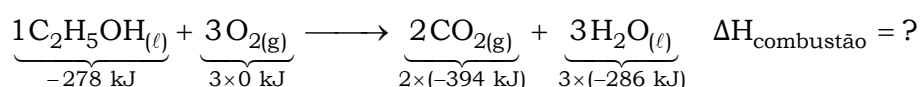
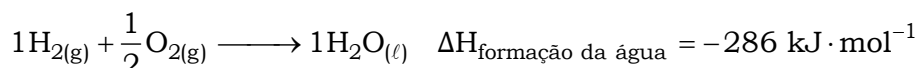
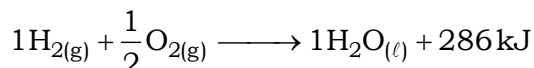


$$2 \text{ g} \text{ ————— } 286 \text{ kJ liberados}$$

$$10 \text{ g} \text{ ————— } E_{\text{liberada}}$$

$$E_{\text{liberada}} = \frac{10 \text{ g} \times 286 \text{ kJ}}{2 \text{ g}} \Rightarrow E_{\text{liberada}} = 1430 \text{ kJ}$$

Cálculo da entalpia de combustão do etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH):



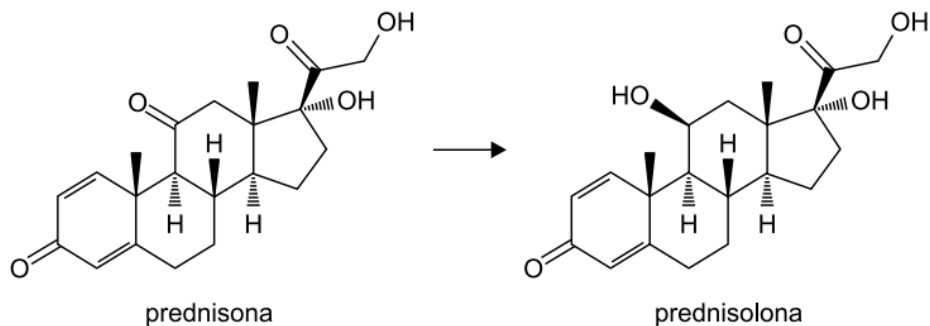
$$\Delta H_{\text{combustão}} = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$$

$$\Delta H_{\text{combustão}} = [2 \times (-394 \text{ kJ}) + 3 \times (-286 \text{ kJ})] - [-278 \text{ kJ} + 3 \times 0 \text{ kJ}]$$

$$\Delta H_{\text{combustão}} = (-788 - 858 + 278) \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{\text{combustão}} = -1368 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

14. Prednisona e prednisolona são glicocorticoides sintéticos que apresentam elevada atividade anti-inflamatória. A prednisona é inerte no organismo, por isso, requer biotransformação no fígado para produzir prednisolona, a forma terapeuticamente ativa.



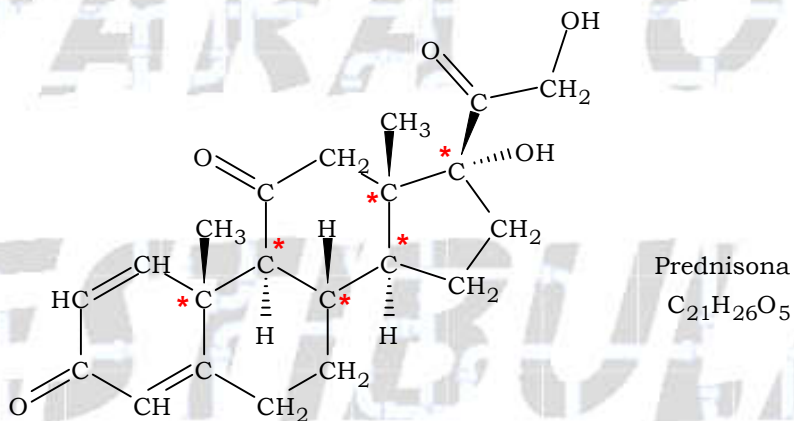
a) Qual a quantidade de carbonos assimétricos da prednisona? Qual o número de carbonos quaternários da prednisolona?

b) Calcule a porcentagem em massa de átomos de oxigênio na estrutura da prednisona (massa molar = 358 g/mol).

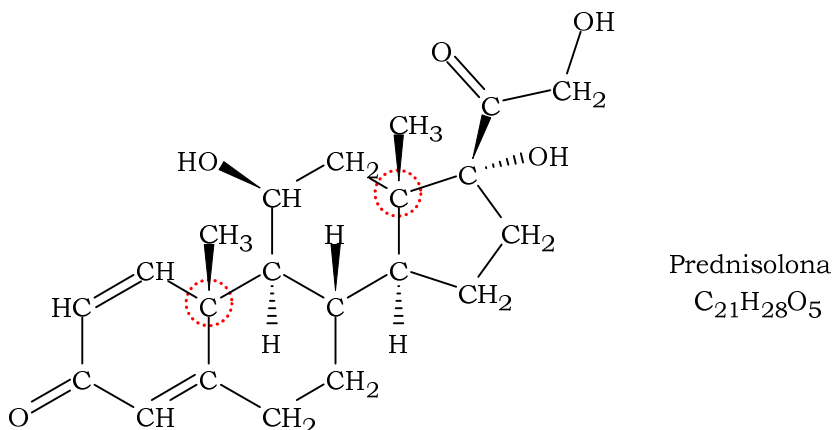
Que tipo de reação ocorre na conversão da prednisona em prednisolona no fígado?

**Resolução:**

a) Quantidade de carbonos assimétricos (\*átomo de carbono ligado a quatro ligantes diferentes entre si) da prednisona: seis (6).



Número de carbonos quaternários (átomo de carbono ligado a outros quatro átomos de carbono) da prednisolona: dois (2).



b) Cálculo da porcentagem em massa de átomos de oxigênio na estrutura da prednisona (C<sub>21</sub>H<sub>26</sub>O<sub>5</sub>; massa molar = 358 g/mol):

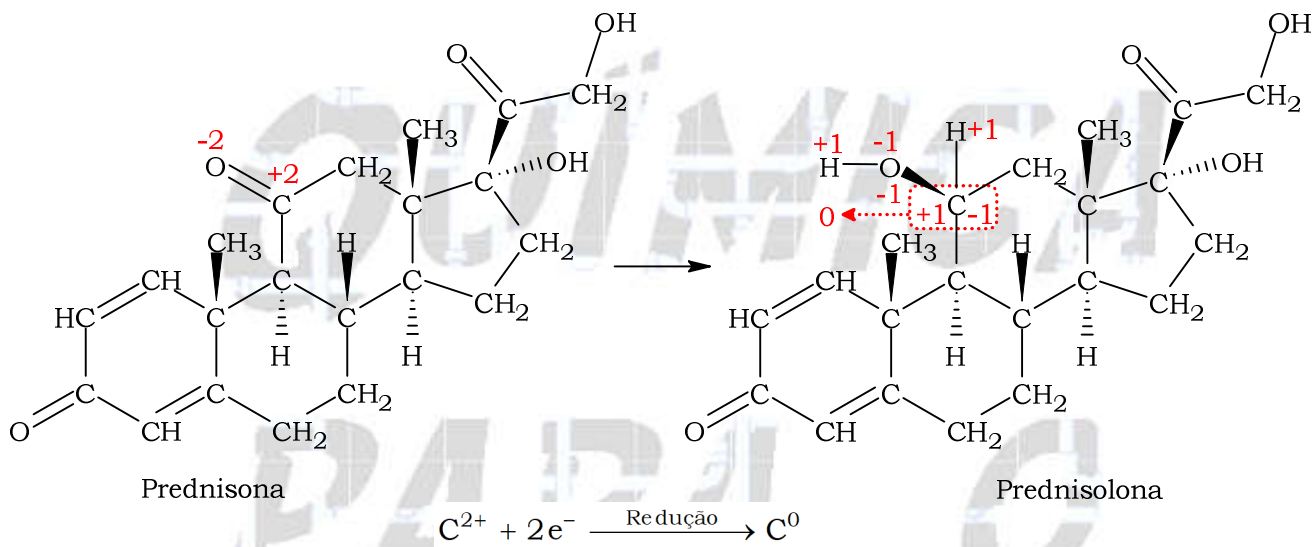
$$M_O = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}; M_{C_{21}H_{26}O_5} = 358 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$1 \text{ mol } (C_{21}H_{26}O_5) \text{ ————— } 5 \text{ mol } (O)$$

$$358 \text{ g} \text{ ————— } \underbrace{5 \times 16 \text{ g}}_{80 \text{ g}}$$

$$p = \frac{80 \text{ g}}{358 \text{ g}} = 0,22346 \Rightarrow p = 22,3 \times 10^{-2} \Rightarrow p = 22,3 \%$$

Tipo de reação que ocorre na conversão da prednisona em prednisolona no fígado (grupo cetona sendo convertido em grupo álcool): reação de redução.



Dados:

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA

1 H hidrogênio 1,01																	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 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 rutherfordio	105 Db dúbio	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

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 neptúlio	94 Pu plutônio	95 Am américio	96 Cm cúrio	97 Bk berquélio	98 Cf califórnia	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.