

## **IME 2025**

### **INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA**

#### **Questões objetivas**

#### **COMISSÃO DE EXAME INTELECTUAL**

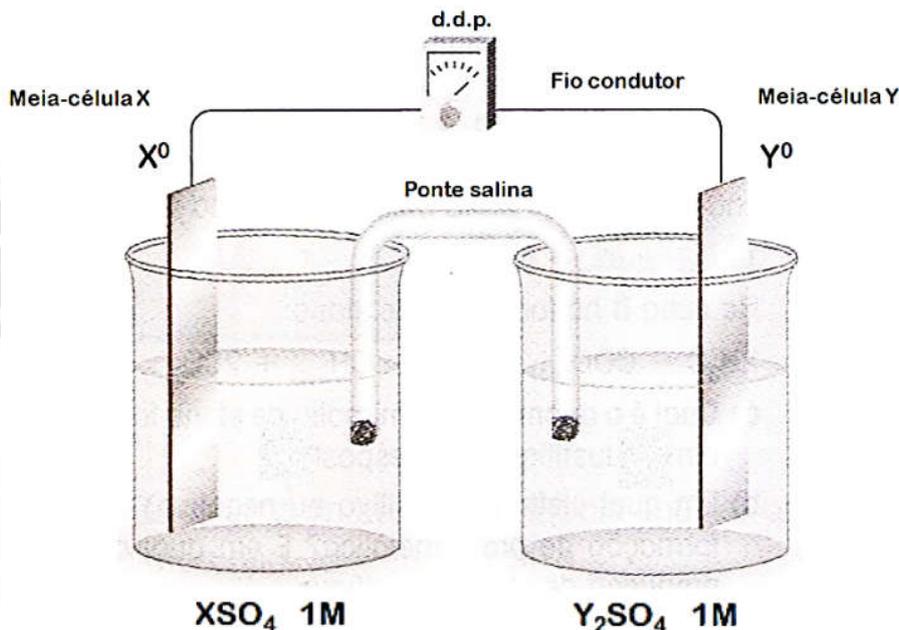
#### **INSTRUÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA PROVA**

1. Você recebeu este **CADERNO DE QUESTÕES** e um **CARTÃO DE RESPOSTAS**.
2. Este caderno de questões possui, além das capas externas, 24 (vinte e quatro) páginas, das quais 21 (vinte e uma) contêm 40 (quarenta) questões objetivas, cada uma com valor igual a 0,25 (zero vírgula vinte e cinco), e 2 (duas) páginas destinadas ao rascunho. Observe que as respostas deverão ser lançadas no cartão de respostas. Respostas lançadas no caderno de questões não serão consideradas para efeito de correção.
3. Para realizar esta prova, você poderá usar lápis (ou lapiseira), caneta azul ou preta, borracha, apontador, par de esquadros, compasso, régua milimetrada e transferidor.
4. A interpretação das questões faz parte da prova, portanto são vedadas perguntas à Comissão de Aplicação e Fiscalização (CAF).
5. Cada questão objetiva admite uma **única** resposta, que deve ser assinalada no cartão de respostas a **caneta azul**, no **local correspondente ao número da questão**. O assinalamento de duas respostas para a mesma questão implicará na anulação da questão.
6. Siga atentamente as instruções do cartão de respostas para o preenchimento do mesmo. Cuidado para não errar ao preencher o cartão.
7. O tempo total para a execução da prova é limitado a **4 (quatro) horas**.
8. **Não haverá tempo suplementar para o preenchimento do cartão de respostas.**
9. Não é permitido deixar o local de exame antes de transcorrido o prazo de **1 (uma) hora** de execução de prova.
10. Os 03 (três) últimos candidatos a terminar a prova deverão permanecer em sala para acompanhar a conclusão dos trabalhos da CAF.
11. Leia os enunciados com atenção. Resolva as questões na ordem que mais lhe convier.
12. Não é permitido destacar quaisquer das folhas que compõem este caderno.
13. Aguarde o aviso para iniciar a prova. Ao terminá-la, avise o fiscal e aguarde-o no seu lugar.
14. A devolução deste **CADERNO DE QUESTÕES** e do **CADERNO DE RESPOSTAS** é obrigatória. O não cumprimento dessa exigência eliminará o candidato do concurso de admissão.

**QUESTÕES OBJETIVAS**  
**CONCURSO DE ADMISSÃO 2024 - 2025**  
**AO**  
**CONCURSO DE FORMAÇÃO E GRADUAÇÃO**

**Questão 31 – Valor: 0,25**

A figura a seguir mostra esquematicamente um dispositivo eletroquímico composto pelas meias células X e Y.

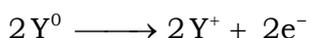
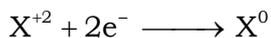


Dados: Potenciais-padrão de redução das espécies químicas envolvidas.

$E_X^0 = -1,85 \text{ V}$	$E_Y^0 = -2,93 \text{ V}$
---------------------------	---------------------------

Com base no esquema eletroquímico apresentado na figura e nos dados fornecidos, analise as proposições a seguir na condição do circuito fechado.

- I. A semirreação representada pela equação estequiométrica  $X^0 \longrightarrow X^{+2} + 2e^-$  é espontânea por ser de oxidação.
- II. O fluxo de elétrons ocorre no sentido horário, indo do anodo para catodo.
- III. A corrente iônica circula pelos eletrodos e fios metálicos.
- IV. O eletrodo da meia-célula X é o catodo onde ocorre reação de redução.
- V. As reações eletroquímicas podem ser representadas pelas seguintes equações estequiométricas:



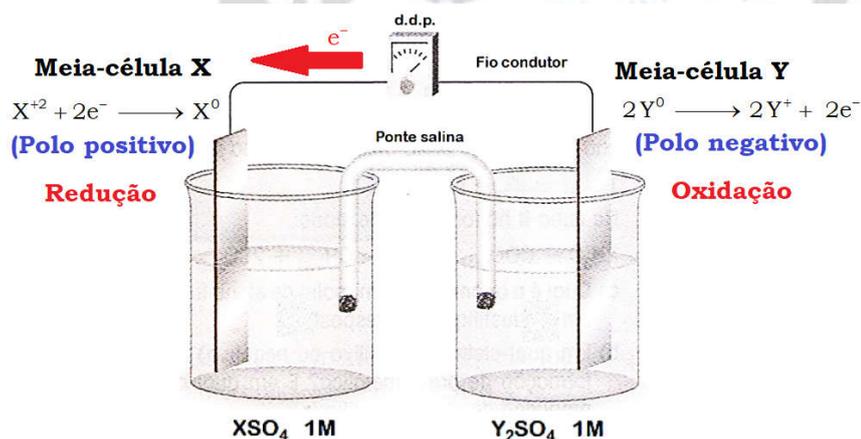
A opção que apresenta APENAS afirmativas verdadeiras é:

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

**Resolução: alternativa D**

I. Falsa. A semirreação representada pela equação estequiométrica  $X^0 \longrightarrow X^{+2} + 2e^-$  não é espontânea, pois seu potencial de oxidação ( $E_{X^{(oxidação)}}^0 = +1,85 \text{ V}$ ) é menor do que o potencial de oxidação de  $2Y^0 \longrightarrow Y^+ + 2e^-$  ( $E_{Y^{(oxidação)}}^0 = +2,93 \text{ V}$ ).

II. Falsa. O fluxo de elétrons ocorre no sentido anti-horário, indo do anodo (meia-célula Y) para catodo (meia célula X). Ou seja, a “migração” de elétrons ocorre do polo negativo para o positivo.



III. Falsa. A “corrente iônica” circula nas soluções ( $XSO_4$  e  $Y_2SO_4$ ) por intermédio dos íons  $X^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$  e  $Y^+$  e, também ocorre na ponte salina.

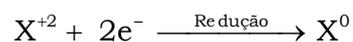
IV. Verdadeira. O eletrodo da meia-célula X é o catodo onde ocorre reação de redução, pois  $X^{2+}$  apresenta o maior potencial de redução ( $-1,85 \text{ V}$ ), comparativamente.

V. Verdadeira. As reações eletroquímicas podem ser representadas pelas seguintes equações estequiométricas:

$$1,85 \text{ V} > -2,93 \text{ V}$$



Então:



**Questão 32 – Valor: 0,25**

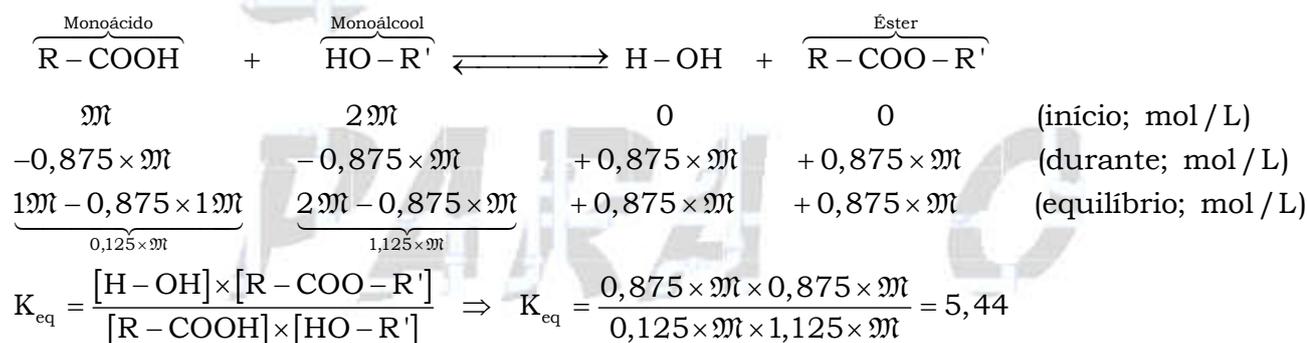
Uma mistura de um monoácido orgânico e um monoálcool primário, em uma proporção molar 1:2, foi tratada com uma quantidade catalítica de ácido sulfúrico concentrado sob condições de volume e temperatura constantes. Após um período de reação suficientemente longo, em um sistema fechado, foi observado que a reação apresentou uma conversão de 87,5% do monoácido. Se o mesmo tratamento for aplicado a uma mistura equimolar desses mesmos compostos, a conversão esperada do monoácido e o grupo funcional do produto principal serão:

- (A) 67,2%; éster.
- (B) 67,2%; éter.
- (C) 70,0%; éster.
- (D) 70,0%; éter.
- (E) 87,5%; éster.

**Resolução: alternativa C**

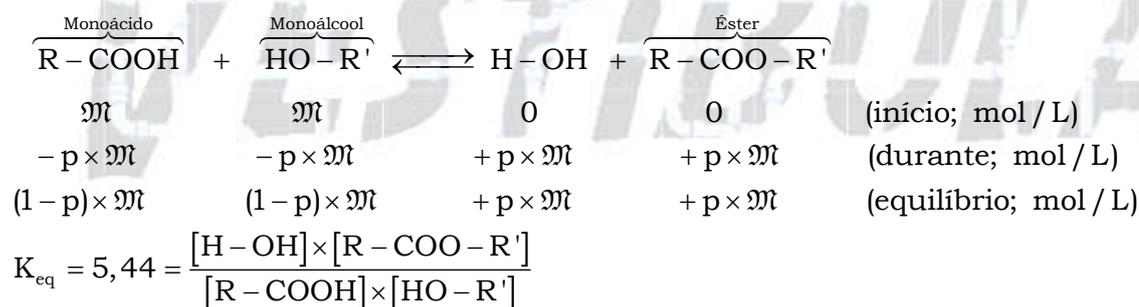
Cálculo da constante de equilíbrio da esterificação descrita no enunciado:

conversão = 87,5 % = 0,875



Aplicação para uma mistura equimolar do monoácido e do monoálcool:

conversão = p



$$5,44 = \frac{p \times \mathfrak{M} \times p \times \mathfrak{M}}{(1-p) \times \mathfrak{M} \times (1-p) \times \mathfrak{M}} \Rightarrow 5,44 = \left( \frac{p}{(1-p)} \right)^2$$

Obs.:  $5,44 = \frac{544 - 54}{90} = \frac{490}{90} = \frac{49}{9}$

$$\left( \frac{p}{(1-p)} \right)^2 = \frac{49}{9} \Rightarrow \frac{p}{(1-p)} = \sqrt{\frac{49}{9}} \Rightarrow \frac{p}{(1-p)} = \frac{7}{3}$$

$$3 \times p = 7 - 7 \times p$$

$$10 \times p = 7 \Rightarrow p = \frac{7}{10} \Rightarrow p = \frac{70}{100} \Rightarrow p = 70\%$$

**Questão 33 – Valor: 0,25**

Para uma solução aquosa contendo sacarose em  $m$  kg de água, a diferença entre as temperaturas de ebulição e de congelamento, à pressão de 1 atm, é de  $\Delta T$  em K. A massa molar da sacarose é  $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  e as constantes ebulioscópica e crioscópica da água são, respectivamente,  $K_e$  e  $K_c$ , expressas em  $\text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

A expressão que indica o valor da massa de sacarose em gramas, na solução, é:

- (A)  $Mm(\Delta T - 100) / (K_e + K_c)$
- (B)  $2Mm\Delta T / (K_e + K_c)$
- (C)  $Mm\Delta T / (K_e - K_c)$
- (D)  $2Mm(\Delta T - 100) / (K_e - K_c)$
- (E)  $Mm(\Delta T - 50) / (K_e + K_c)$

**Resolução: alternativa A**

$$W = \frac{n_{\text{sacarose}}}{m_{\text{água}}} \text{ (molalidade)} \Rightarrow W = \frac{m_{\text{sacarose}}}{M_{\text{sacarose}} \times m_{\text{água}}} \Rightarrow W = \frac{m_{\text{sacarose}}}{M \times m}$$

De acordo com a Lei de Raoult, vem:

$$\Delta T_e = K_e \times W \Rightarrow T_e - 100 = K_e \times W$$

$$\Delta T_c = K_c \times W \Rightarrow 0 - T_c = K_c \times W$$

Somando as equações, teremos:

$$T_e - 100 + (0 - T_c) = W(K_e + K_c) \Rightarrow \underbrace{T_e - T_c}_{\Delta T} - 100 = W(K_e + K_c)$$

$$\Delta T - 100 = \frac{m_{\text{sacarose}}}{M \times m} \times (K_e + K_c)$$

$$m_{\text{sacarose}} = \frac{M \times m(\Delta T - 100)}{(K_e + K_c)}$$

**Questão 34 – Valor: 0,25**

Uma solução foi preparada com 1800 g de ácido sulfúrico puro e 2000 L de água deionizada, sendo, em seguida, eletrolisada. Uma amostra de 100 mL da solução resultante foi titulada com solução padrão 0,1 M de hidróxido de sódio, tendo sido necessários 20,4 mL dessa solução para neutralizar a amostra. Considere que a massa específica do ácido sulfúrico vale  $1800 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  e que misturas desse ácido em água se comportam idealmente no que se refere ao volume de mistura. A alternativa que contém o volume aproximado de gás gerado na eletrólise, em  $\text{m}^3$ , medido nas CNTP, é:

- (A) 187,5
- (B) 250
- (C) 375
- (D) 500
- (E) Não é gerado gás algum e a solução apenas aquece pela passagem da corrente elétrica.

**Resolução: alternativa C**

Cálculo do volume da solução inicial:

$$\left. \begin{array}{l} d_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1800 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \\ m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1800 \text{ g} \end{array} \right\} d_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V_{\text{H}_2\text{SO}_4}} \Rightarrow V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{d_{\text{H}_2\text{SO}_4}} \Rightarrow V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1800 \text{ g}}{1800 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} = 1 \text{ L}$$

$$V_{\text{água deionizada}} = 2000 \text{ L}$$

$$V_{\text{total inicial}} = V_{\text{água deionizada}} + V_{\text{H}_2\text{SO}_4}$$

$$V_{\text{total inicial}} = 2000 \text{ L} + 1 \text{ L}$$

Cálculo do número de mols de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  na solução inicial:

$$\left. \begin{array}{l} m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1800 \text{ g} \\ M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \end{array} \right\} n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} \Rightarrow n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1800 \text{ g}}{98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{1800}{98} \text{ mol}$$

Cálculo do volume parcial da solução inicial:

$$\left. \begin{array}{l} [\text{NaOH}] = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ V = 20,4 \text{ mL} = 20,4 \times 10^{-3} \text{ L} \end{array} \right\} [\text{NaOH}] = \frac{n_{\text{NaOH}}}{V} \Rightarrow n_{\text{NaOH}} = [\text{NaOH}] \times V$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20,4 \times 10^{-3} \text{ L} = 20,4 \times 10^{-4} \text{ mol}$$



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

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{ — } 20,4 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1 \text{ mol} \times 20,4 \times 10^{-4} \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = 10,2 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

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

$$10,2 \times 10^{-4} \text{ mol} \text{ — } 0,1 \text{ L}$$

$$\frac{1800}{98} \text{ mol} \text{ — } V_{\text{parcial}}$$

$$V_{\text{parcial}} = \frac{\left(\frac{1800}{98}\right) \text{ mol} \times 0,1 \text{ L}}{10,2 \times 10^{-4} \text{ mol}} = 1800,72 \text{ L}$$

Cálculo do volume restante (água) que será posteriormente utilizado na eletrólise:

$$V_{\text{água}} = V_{\text{total inicial}} - V_{\text{parcial}}$$

$$V_{\text{água}} = 2001 \text{ L} - 1800,72 \text{ L}$$

$$V_{\text{água}} = 200,28 \text{ L}$$

Cálculo do número de mols de água referente ao volume de água calculado acima:

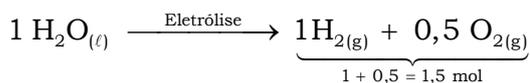
$$d_{\text{água}} = 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow m_{\text{água}} = 200,28 \times 1000 \text{ g} = 200,28 \times 10^3 \text{ g}$$

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

$$n_{\text{água}} = \frac{m_{\text{água}}}{M_{\text{água}}} \Rightarrow n_{\text{água}} = \frac{200,28 \times 10^3 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$n_{\text{água}} = 11,1267 \times 10^3 \text{ mol}$$

Utilizando a eletrólise da água, vem:



$$1 \text{ mol} \text{ ————— } 1,5 \text{ mol (gases)}$$

$$11,1267 \times 10^3 \text{ mol} \text{ ————— } n_{\text{gases}}$$

$$n_{\text{gases}} = \frac{11,1267 \times 10^3 \text{ mol} \times 1,5 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = 16,69 \times 10^3 \text{ mol}$$

Nas CNTP, 1 mol equivale a, aproximadamente, 22,4 L. Então :

$$1 \text{ mol} \text{ — } 22,4 \text{ L}$$

$$16,69 \times 10^3 \text{ mol} \text{ — } V_{\text{gases}}$$

$$V_{\text{gases}} = \frac{16,69 \times 10^3 \text{ mol} \times 22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = 373,856 \times 10^3 \text{ L}$$

$$V_{\text{gases}} \approx 375 \text{ m}^3$$

### Questão 35 – Valor: 0,25

Em todos os seres vivos, as proteínas são um importante grupo de substâncias. Sobre a estrutura das proteínas, analise as afirmativas abaixo.

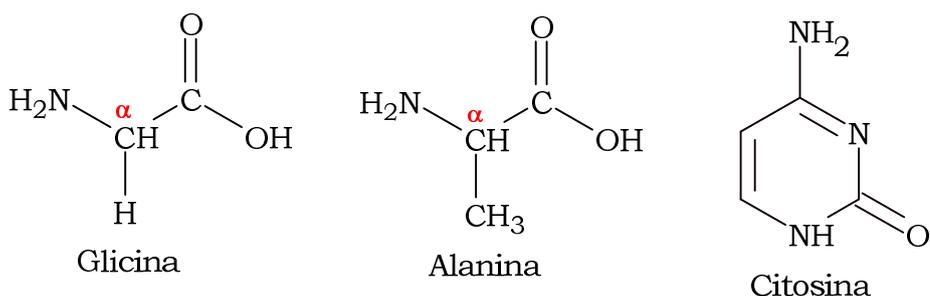
- I. A estrutura primária de uma proteína é a sequência de alfa-aminoácidos, tais como glicina, alanina e citosina, ligados por ligações peptídicas.
- II. A estrutura secundária é mantida por ligações de hidrogênio entre os grupos  $-\text{NH}$  e  $\text{C}=\text{O}$ , próximos entre si, na disposição espacial da proteína.
- III. A estrutura terciária é estabilizada por interações hidrofóbicas, hidrofílicas, iônicas e ligações dissulfeto.
- IV. A estrutura quaternária refere-se ao arranjo de múltiplas subunidades polipeptídicas que podem, por ação de agentes químicos ou físicos, ser alteradas ou destruídas através do fenômeno conhecido como desnaturação proteica, perdendo sua atividade biológica.
- V. As proteínas apresentam estruturas geométricas de vários tipos e podem ser caracterizadas pela produção de colorações, como por exemplo, a reação da proteína da pele com ácido nítrico, formando uma coloração azulada.

A opção que apresenta APENAS afirmativas verdadeiras é:

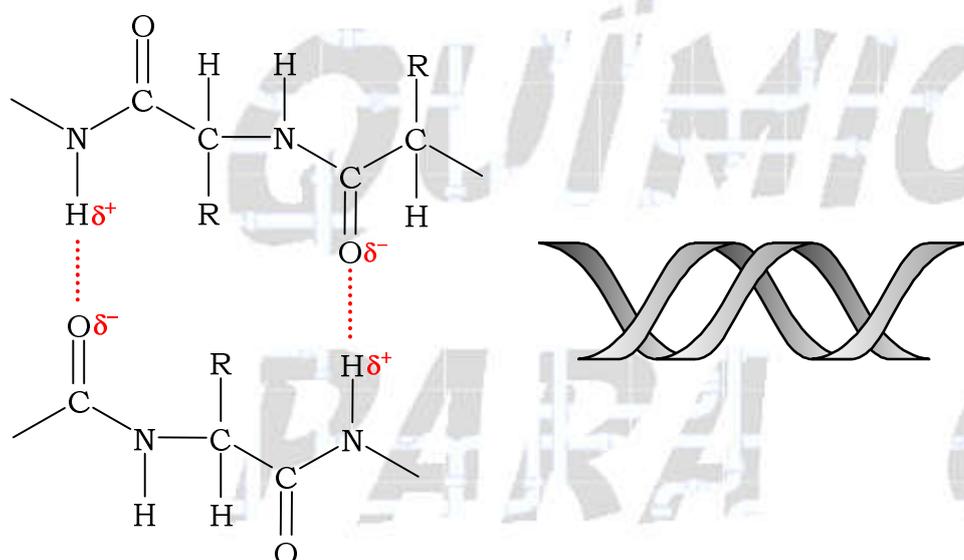
- (A) I e IV.
- (B) II e V.
- (C) I, II e III.
- (D) II, III e IV.
- (E) III e V.

**Resolução: alternativa D**

I. Falsa. A glicina e a alanina são alfa-aminoácidos. Porém, a citosina é uma base nitrogenada.

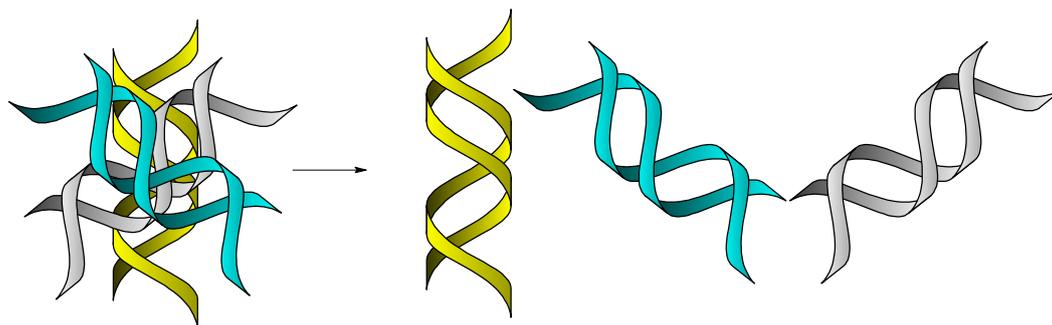


II. Verdadeira. A estrutura secundária de uma proteína é mantida por ligações de hidrogênio entre os grupos  $-NH$  e  $C=O$ , próximos entre si, na disposição espacial da proteína. Exemplo:

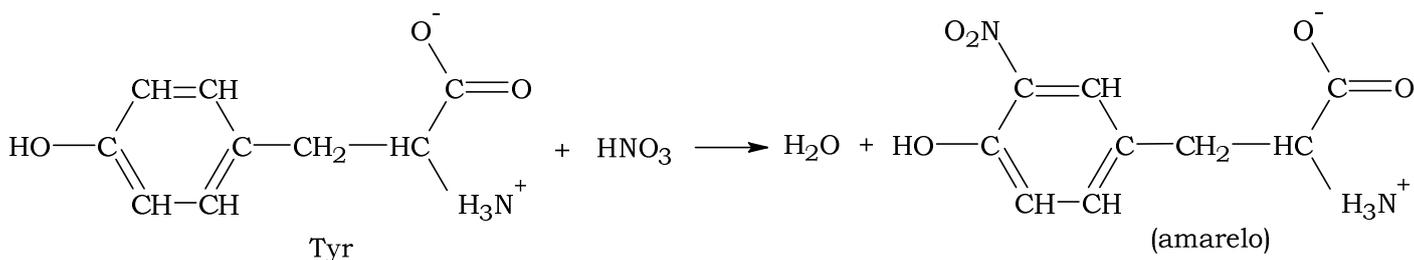


III. Verdadeira. A estrutura terciária é estabilizada por interações hidrofóbicas (as cadeias laterais são apolares), hidrofílicas (as cadeias laterais são polares), iônicas (cátions e ânions interagem) e ligações dissulfeto ( $-S-S-$ ).

IV. Verdadeira. A estrutura quaternária refere-se ao arranjo de múltiplas subunidades polipeptídicas que podem, por ação de agentes químicos ou físicos, ser alteradas ou destruídas através do fenômeno conhecido como desnaturação proteica, perdendo sua atividade biológica. Ou seja, as interações entre as cadeias são “quebradas” e a estrutura sofre alteração.



V. Falsa. As Proteínas formadas por aminoácidos aromáticos (Fenilalanina (Phe), Tirosina (Tyr) e Triptofano (Trp)) reagem com ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) sofrendo nitração do anel aromático e, conseqüentemente, formando um nitrocomposto amarelo. Observe o exemplo:



**Questão 36 – Valor: 0,25**

Analise as afirmativas abaixo.

- I. A imersão de limalha de ferro em um béquer aberto contendo uma solução de ácido clorídrico provoca a liberação de bolhas de gás. Nesse processo, não há realização nem recebimento de trabalho.
- II. Uma solução de ácido iodídrico de concentração igual a  $1,0 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  tem pH igual a 8.
- III. Se dois béqueres, um contendo água pura e o outro contendo uma solução insaturada de sacarose, forem submetidos ao aquecimento, a solução de sacarose ebulirá a uma temperatura constante e superior à temperatura de ebulição da água pura.
- IV. Para a reação de combustão completa do gás metano, gerando apenas produtos gasosos, as variações de entalpia e de energia interna têm o mesmo valor.

A única alternativa CORRETA é:

- (A) Apenas a afirmativa I é verdadeira.
- (B) Apenas a afirmativa II é verdadeira.
- (C) Apenas a afirmativa III é verdadeira.
- (D) Apenas a afirmativa IV é verdadeira.
- (E) Todas as afirmativas são falsas.

**Resolução: alternativa D**

I. Falsa. A imersão de limalha de ferro em um béquer aberto contendo uma solução de ácido clorídrico provoca a seguinte reação:  $\text{Fe}_{(\text{limalha})} + 2\text{HCl}_{(\text{aq})} \longrightarrow \text{FeCl}_{2(\text{aq})} + \text{H}_{2(\text{g})}$ .

O gás hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) é liberado para a atmosfera sofrendo expansão, logo há realização de trabalho.

II. Falsa. Percebe-se que o item está incorreto, pois o pH de um ácido forte, como o HI, tem que ser menor do que sete.

**Observação teórica:**

A água pura sofre autoionização e forma cátions hidrônio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) e ânions hidróxido ( $\text{OH}^-$ ):



$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-]$$

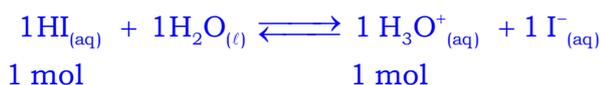
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] \Rightarrow K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$10^{-14} = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \text{ mol/L} \Rightarrow \text{pH} = 7$$

Adicionando ácido iodídrico (HI; ácido forte) à água pura, ele sofre ionização completa:

$$[\text{HI}] = 1,0 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



1 mol

1 mol

$$10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{HI}] = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{ácido}} = 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Como a adição do ácido não interrompe a autoionização da água, podemos dizer que existe uma nova concentração de íons hidrônio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ):

$$[\text{H}_3\text{O}^+]' = [\text{H}_3\text{O}^+] + 10^{-8}$$

Então:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-] \Rightarrow 10^{-14} = ([\text{H}_3\text{O}^+] + 10^{-8}) \times [\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$10^{-14} = ([\text{H}_3\text{O}^+] + 10^{-8}) \times [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 + 10^{-8} [\text{H}_3\text{O}^+] - 10^{-14} = 0$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{-10^{-8} \pm \sqrt{(10^{-8})^2 - 4 \times 1 \times (-10^{-14})}}{2 \times 1} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{-10^{-8} \pm \sqrt{(10^{-8})^2 + 400 \times (10^{-8})^2}}{2 \times 1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{-10^{-8} + 10^{-8} \sqrt{401}}{2} \approx 9,51 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

Então:

$$[\text{H}_3\text{O}^+]' = [\text{H}_3\text{O}^+] + 10^{-8}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]' = 9,51 \times 10^{-8} + 10^{-8} = 10,51 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]' = 1,051 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log(1,051 \times 10^{-7})$$

$$\text{pH} = 7 - \underbrace{\log 1,051}_{0,0216}$$

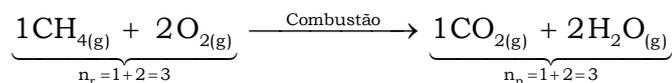
$$\text{pH} = 6,978 < 7$$

Conclusão: uma solução de ácido iodídrico de concentração igual a  $1,0 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  **não** tem pH igual a 8.

III. Falsa. Se dois béqueres, um contendo água pura (temperatura de ebulição constante) e o outro contendo uma solução insaturada de sacarose (mistura homogênea), forem submetidos ao aquecimento, a solução de sacarose apresentará temperatura de ebulição crescente.

IV. Verdadeira. Para a reação de combustão completa do gás metano, gerando apenas produtos gasosos, as variações de entalpia ( $\Delta H$ ) e de energia interna ( $\Delta U$ ) têm o mesmo valor.

$$\left. \begin{aligned} \Delta U &= \Delta H - \Delta(PV) \\ \Delta(PV) &= \Delta n \times R \times T \end{aligned} \right\} \Delta U = \Delta H - \Delta n \times R \times T$$



$$\Delta n = n_p - n_r = 3 - 3 \Rightarrow \Delta n = 0$$

$$\Delta U = \Delta H - \Delta n \times R \times T \Rightarrow \Delta U = \Delta H - 0 \times R \times T$$

$$\Delta U = \Delta H$$

**Questão 37 – Valor: 0,25**

Uma mistura dos sais hidratados  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , com massa de 602 kg, é aquecida até a temperatura suficiente para a remoção total da água de hidratação. A massa final da mistura de sais anidros é 242 kg.

Dados:

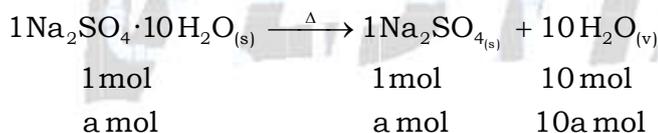
$M_{\text{H}_2\text{O}} = 18,0 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$	$M_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 142 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$	$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 106 \text{ kg} \cdot \text{kmol}^{-1}$
---	--	--

A razão molar  $\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{Na}_2\text{CO}_3$  entre os sais anidros é:

- (A) 1,34
- (B) 0,85
- (C) 1,13
- (D) 1,41
- (E) 0,71

**Resolução: alternativa E**

Aquecimento e remoção da água:

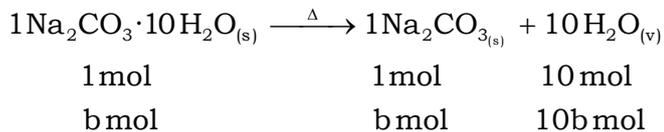


$$a = \frac{m_{\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}} \Rightarrow m_{\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = a \times M_{\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = a \times 322 \text{ g}$$

$$a = \frac{m_{\text{Na}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{Na}_2\text{SO}_4}} \Rightarrow m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = a \times M_{\text{Na}_2\text{SO}_4}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = a \times 142 \text{ g}$$



$$b = \frac{m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}} \Rightarrow m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = b \times M_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = b \times 286 \text{ g}$$

$$b = \frac{m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} \Rightarrow m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = b \times M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = b \times 106 \text{ g}$$

Somando as massas de acordo com as informações do enunciado, vem:

$$\left. \begin{array}{l} m_{\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = a \times 322 \text{ g} \\ m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = b \times 286 \text{ g} \\ m_{\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = 602000 \text{ g} \end{array} \right\} 322a + 286b = 602000 \text{ (I)}$$

$$\left. \begin{array}{l} m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = a \times 142 \text{ g} \\ m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = b \times 106 \text{ g} \\ m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} + m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 242000 \text{ g} \end{array} \right\} 142a + 106b = 242000 \text{ (II)}$$

Tem-se o sistema:

$$\begin{cases} 322a + 286b = 602000 \text{ (I)} \\ 142a + 106b = 242000 \text{ (II)} \end{cases}$$

De (I) - (II), vem:

$$180a + 180b = 360000 \Rightarrow \frac{180a}{180} + \frac{180b}{180} = \frac{360000}{180}$$

$$a + b = 2000 \Rightarrow a = 2000 - b$$

$$142(2000 - b) + 106b = 242000 \Rightarrow 284000 - 142b + 106b = 242000$$

$$36b = 42000$$

$$b = \frac{42000}{36}$$

$$a = 2000 - b \Rightarrow a = 2000 - \frac{42000}{36} \Rightarrow a = \frac{72000}{36} - \frac{42000}{36}$$

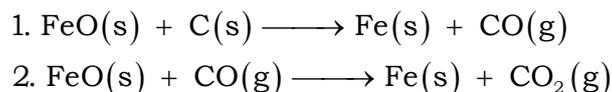
$$a = \frac{30000}{36}$$

$$\text{Razão} = \frac{a}{b} \Rightarrow \text{Razão} = \frac{\left(\frac{30000}{36}\right)}{\left(\frac{42000}{36}\right)} = \frac{30}{42}$$

$$\text{Razão} \approx 0,71$$

**Questão 38 – Valor: 0,25**

Óxido de ferro II pode ser reduzido a ferro, tanto por carbono, como por monóxido de carbono, de acordo com o mostrado nas equações 1 e 2:



Os valores de entalpia de formação e de entropia-padrão das substâncias envolvidas em ambas reações são apresentados na tabela:

	FeO(s)	Fe(s)	C(s)	CO(g)	CO <sub>2</sub> (g)
$\Delta H_f^\circ$ (kJ · mol <sup>-1</sup> )	- 271,9	0	0	- 110,5	- 393,5
$S^\circ$ (J · K <sup>-1</sup> · mol <sup>-1</sup> )	60,8	27,3	5,7	197,9	213,7

Considere um meio reacional fechado onde ocorrem as duas reações e que os valores acima permanecem constantes na faixa de 298 a 650 K.

A ÚNICA alternativa correta é:

- (A) A reação 1 é exotérmica e a reação 2 é endotérmica.  
 (B) À temperatura aproximada de 627 K, a reação 2 atinge o equilíbrio dinâmico.  
 (C) À temperatura de 450 K, a reação 1 é fonte de calor para sustentar a reação 2 na proporção molar aproximada de 15 para 1.  
 (D) À temperatura de 450 K, ambas as reações são espontâneas.  
 (E) A reação 1 apresenta diminuição de entropia.

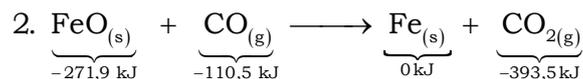
**Resolução: alternativa B**

(A) Incorreta. A reação 1 é endotérmica e a reação 2 é exotérmica.



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

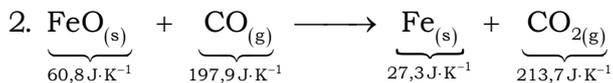
$$\Delta H = [0 \text{ kJ} + (-110,5 \text{ kJ})] - [-271,9 \text{ kJ} + 0 \text{ kJ}] = +161,4 \text{ kJ} \quad (\text{reação endotérmica})$$



$$\Delta H = [0 \text{ kJ} + (-393,5 \text{ kJ})] - [-271,9 \text{ kJ} + (-110,5 \text{ kJ})] = -11,1 \text{ kJ} \quad (\text{reação exotérmica})$$

(B) Correta. À temperatura aproximada de 627 K, a reação 2 atinge o equilíbrio dinâmico.

Equilíbrio dinâmico  $\Rightarrow \Delta G = 0$ .



$$\Delta S = S_{\text{final}} - S_{\text{inicial}}$$

$$\Delta S = [27,3 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1} + 213,7 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}] - [60,8 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1} + 197,9 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}]$$

$$\Delta S = -17,7 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$\Delta G = \Delta H - \Delta S \times T$$

$$\Delta G = 0 \text{ (equilíbrio dinâmico)}$$

$$\Delta H - \Delta S \times T = 0$$

$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S} \Rightarrow T = \frac{-11,1 \times 1000 \text{ J}}{-17,7 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}} = 627,1186 \text{ K}$$

$$T \approx 627 \text{ K}$$

(C) Incorreta. Como a reação 1 é endotérmica ( $\Delta H = +161,4 \text{ kJ}$ ), ou seja, absorve calor, ela não pode ser fonte de calor para sustentar a reação 2.

(D) Incorreta. À temperatura de 450 K, a reação 1 não é espontânea e a reação 2 é espontânea.

Reação espontânea  $\Rightarrow \Delta G < 0$ .

Reação não espontânea  $\Rightarrow \Delta G > 0$ .



$$\Delta S = S_{\text{final}} - S_{\text{inicial}}$$

$$\Delta S = [27,3 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1} + 197,9 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}] - [60,8 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1} + 5,7 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}]$$

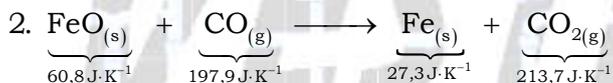
$$\Delta S = +158,7 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$\Delta G = \Delta H - \Delta S \times T$$

$$\Delta G < 0 \text{ (reação espontânea)}$$

$$\Delta G = +161,4 \times 1000 \text{ J} - (+158,7 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}) \times 450 \text{ K} = 161400 \text{ J} - 71415 \text{ J}$$

$$\Delta G = +89985 \text{ J} > 0 \text{ (não espontânea)}$$



$$\Delta S = S_{\text{final}} - S_{\text{inicial}}$$

$$\Delta S = [27,3 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1} + 213,7 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}] - [60,8 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1} + 197,9 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}]$$

$$\Delta S = -17,7 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$\Delta G = \Delta H - \Delta S \times T$$

$$\Delta G = -11,1 \times 1000 \text{ J} - (-17,7 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1} \times 450 \text{ K}) = -11100 \text{ J} + 7965 \text{ J}$$

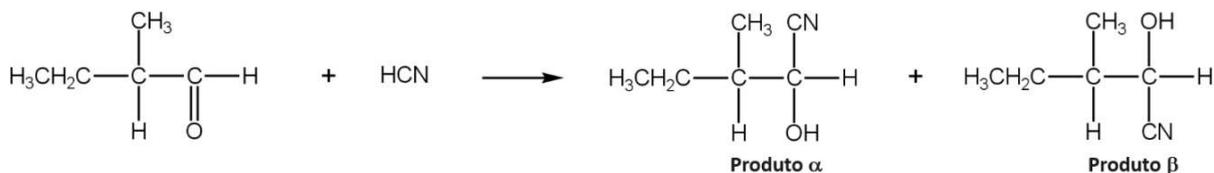
$$\Delta G = -3135 \text{ J} < 0 \text{ (espontânea)}$$

(E) Incorreta. A reação 1 apresenta  $\Delta S = +158,7 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$ , ou seja, aumento de entropia.

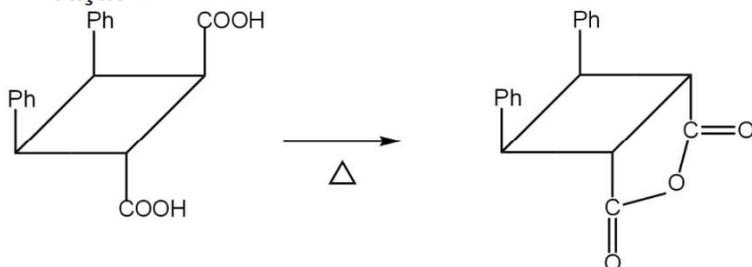
Questão 39 – Valor: 0,25

Considere as três propostas de reação a seguir.

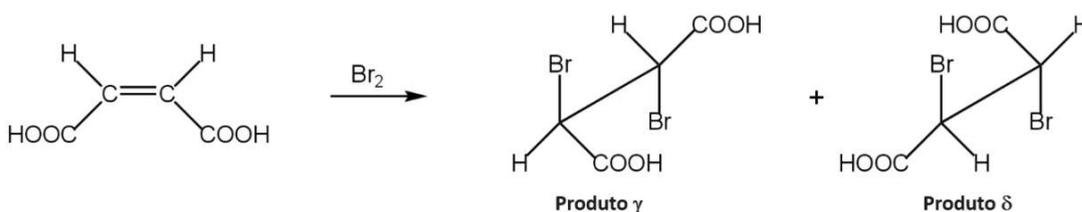
Reação 1:



Reação 2:



Reação 3:

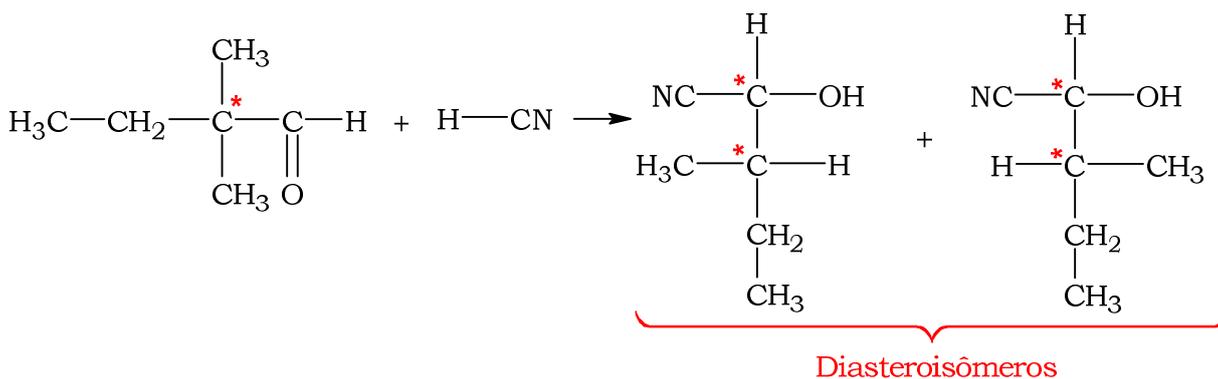


A ÚNICA alternativa correta é:

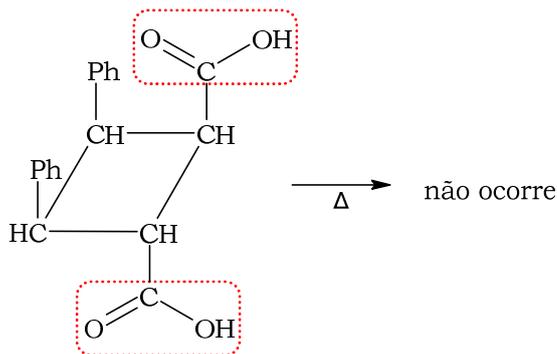
- (A) Na reação 1, a partir de um reagente opticamente ativo, observa-se nos produtos  $\alpha$  e  $\beta$  a formação de um novo centro quiral, implicando produtos opticamente inativos por conterem um par quiral dextrogiro, levogiro.
- (B) A reação 2 não ocorre.
- (C) A reação 2 é uma reação de condensação intramolecular que produz anidrido.
- (D) Na reação 3, os produtos  $\gamma$  e  $\delta$  são representações de um mesmo composto.
- (E) Na reação 3 o ácido maleico, isômero geométrico do ácido fumárico, reage com bromo produzindo isômeros meso.

**Resolução: alternativa B**

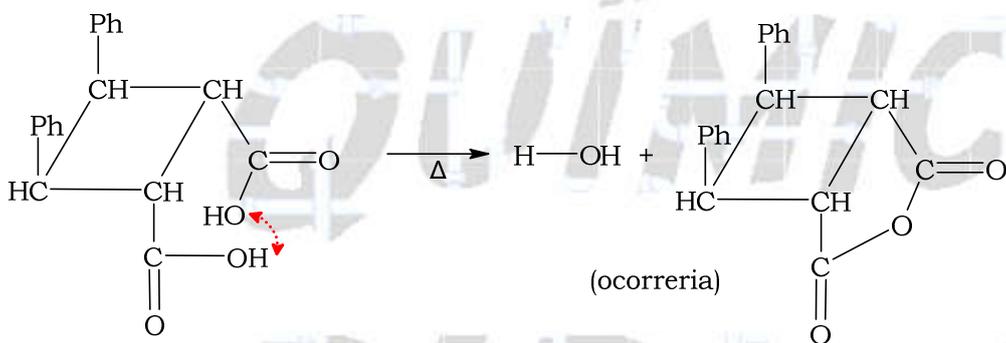
(A) Incorreta. Na reação 1, a partir de um reagente opticamente ativo (\*), ocorre a formação de produtos opticamente ativos (\*), ou seja, que contém carbono quiral ou assimétrico e que não são imagem e objeto um do outro (diastereoisômeros).



(B) Correta. A reação 2 não ocorre. Pois, as carboxilas (-COOH) estão posicionadas de maneira oposta na referência do sistema (“em lados opostos”).

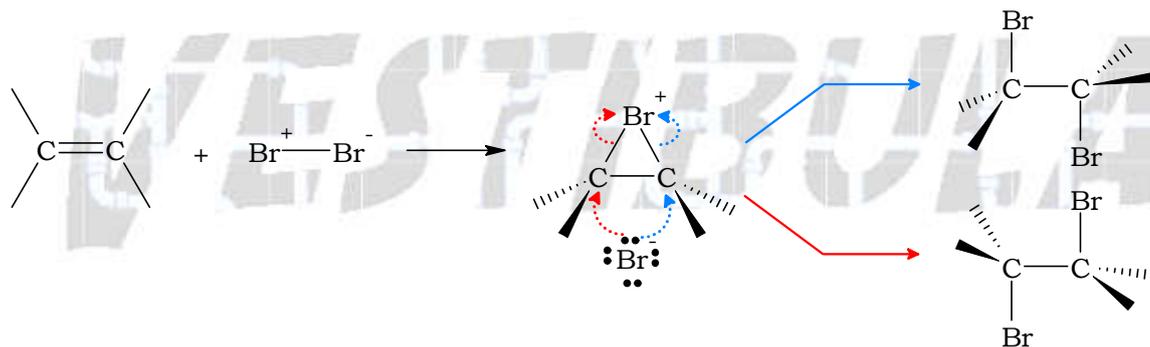


(C) Incorreta. A reação 2 não ocorre, para tal as carboxilas deveriam interagir sem impedimento geométrico, conforme o exemplo abaixo.

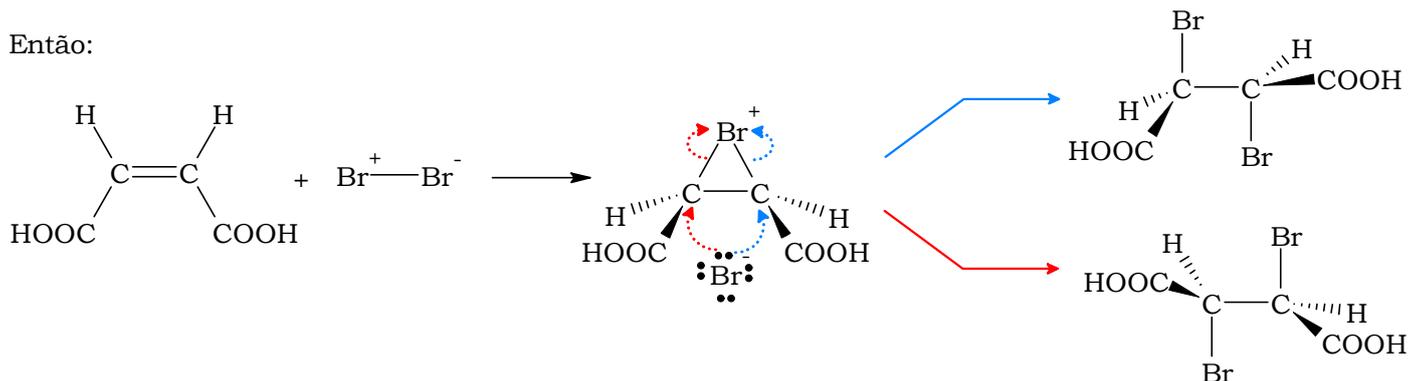


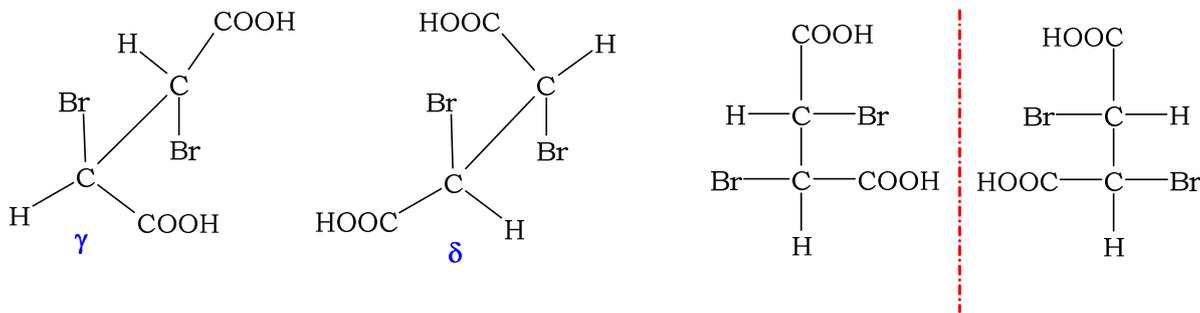
(D) Incorreta. Na reação 3 o ácido maleico (cis) reage com bromo ( $\text{Br}_2$ ) formando um par de enantiômeros ( $\gamma$  e  $\delta$ ). Não se trata da representação de um mesmo composto.

**Observação teórica:** reações de adição com o íon  $\text{Br}^+$  (Bromônio) como intermediário (trata-se da adição anti, pois os bromos são adicionados às “faces” opostas da dupla).

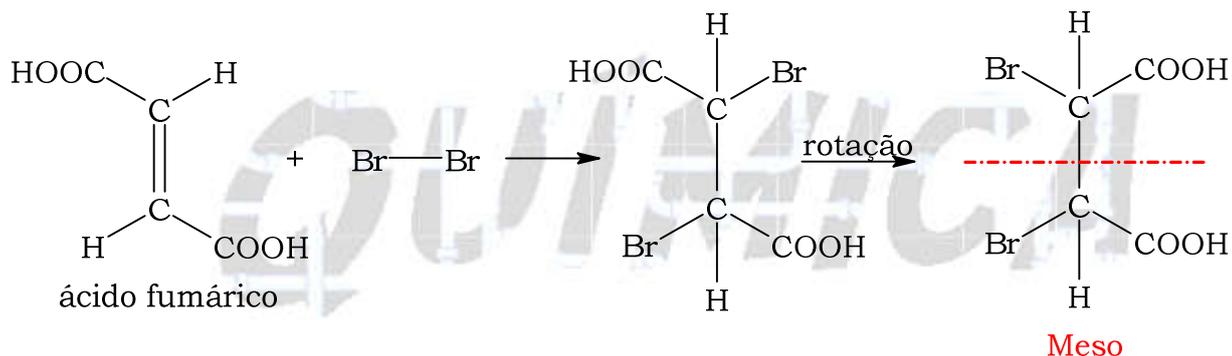


Então:





(E) Incorreta. O ácido maleico (cis) reage com bromo ( $\text{Br}_2$ ) formando um par de enantiômeros, conforme a descrição no comentário da alternativa (D). Já, o ácido fumárico (trans) reage com bromo ( $\text{Br}_2$ ) produzindo o isômero meso.



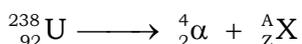
**Questão 40 – Valor: 0,25**

Com relação à série de decaimento radioativo do  ${}_{92}\text{U}^{238}$  até o  ${}_{82}\text{Pb}^{206}$ , a única alternativa INCORRETA é:

- (A) Na emissão de uma partícula  $\alpha$ , o  ${}_{92}\text{U}^{238}$  decai para um elemento  ${}_{90}\text{X}^{234}$ .
- (B) Por não ser fissil, o  ${}_{92}\text{U}^{238}$  não é empregado isoladamente para a geração de energia em reatores nucleares.
- (C) Uma partícula  $\alpha$  é emitida espontaneamente por certos núcleos de elementos radioativos, com número atômico maior que 82, como urânio, tório, polônio e rádio.
- (D) Na emissão de uma partícula  $\alpha$  e de duas partículas  $\beta$ , o  ${}_{92}\text{U}^{238}$  decai para o seu isótopo  ${}_{92}\text{U}^{234}$ .
- (E) A distribuição eletrônica do  ${}_{82}\text{Pb}^{206}$  ( $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^2$ ) garante sua estabilidade nuclear.

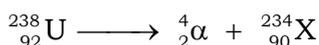
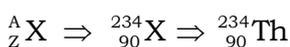
**Resolução: alternativa E**

(A) Correta. Na emissão de uma partícula  $\alpha$ , o  ${}_{92}\text{U}^{238}$  decai para um elemento  ${}_{90}\text{X}^{234}$ .



$$238 = 4 + A \Rightarrow A = 238 - 4 = 234$$

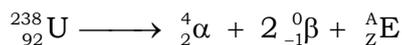
$$92 = 2 + Z \Rightarrow Z = 92 - 2 = 90$$



(B) Correta. O  ${}_{92}\text{U}^{235}$  é o isótopo empregado na geração de energia, pois é fissil.

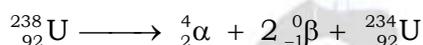
(C) Correta. Uma partícula  $\alpha$  ( ${}^4_2\alpha$ ) é emitida espontaneamente por certos núcleos de elementos radioativos, com número atômico maior que 82, como urânio (U), tório (Th), polônio (Po) e rádio (Ra).

(D) Correta. Na emissão de uma partícula  $\alpha$  e de duas partículas  $\beta$ , o  ${}_{92}\text{U}^{238}$  decai para o seu isótopo  ${}_{92}\text{U}^{234}$ .



$$238 = 4 + 2 \times 0 + A \Rightarrow A = 238 - 4 = 234$$

$$92 = 2 + 2 \times (-1) + Z \Rightarrow Z = 92$$



(E) Incorreta. A estabilidade nuclear está associada à estruturação do núcleo do átomo e não à sua distribuição eletrônica.

QUÍMICA  
PARA O  
VESTIBULAR