

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 20 (vinte) contêm 40 (quarenta) questões objetivas, cada uma com valor igual a 0,25 (zero vírgula vinte e cinco), e 03 (três) 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**, 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.

31ª Questão – Valor: 0,25

Admita que uma solução aquosa 0,0400 molar de ácido tricloroacético congele a $-0,1395\text{ }^{\circ}\text{C}$. Considere, ainda, que a constante de abaixamento do ponto de congelamento (K_c) da água seja $1,860\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ e que 1,00 L de solução contenha 1,00 kg de solvente. O valor da constante de dissociação (K_a) do ácido tricloroacético será:

- (A) $4,90\cdot 10^{-7}$
- (B) $3,28\cdot 10^{-5}$
- (C) $7,66\cdot 10^{-3}$
- (D) $1,36\cdot 10^{-2}$
- (E) $2,45\cdot 10^{-1}$

Resolução: alternativa E

T_0 : ponto de congelamento do solvente puro

T : ponto de congelamento da solução

$$\Delta T = T_0 - T = 0\text{ }^{\circ}\text{C} - (-0,1395\text{ }^{\circ}\text{C}) = 0,1395\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (abaixamento do ponto de congelamento)}$$

$$K_c = 1,860\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1} \text{ (constante de abaixamento do ponto de congelamento)}$$

$$V = 1,00\text{ L}$$

$$m_{\text{solvente}} = 1,00\text{ kg}$$

$$\mathfrak{M} = 0,0400\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ (concentração molar de ácido tricloroacético)}$$

$$W = \frac{n_{\text{solute}}}{m_{\text{solvente}}(\text{kg})} \text{ (molalidade)}$$

$$i = 1 + \alpha(q - 1) \text{ (fator de van't Hoff)}$$

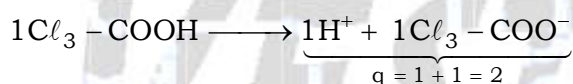
$$\mathfrak{M} = \frac{n_{\text{solute}}}{V} \Rightarrow n_{\text{solute}} = \mathfrak{M} \times V$$

$$W = \frac{\mathfrak{M} \times V}{m_{\text{solvente}}(\text{kg})} = \frac{0,0400\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 1,00\text{ L}}{1,00\text{ kg}} = 0,0400\text{ mol}\cdot\text{kg}^{-1}$$

$$\Delta T = K_c \times W \times i$$

$$0,1395\text{ }^{\circ}\text{C} = 1,860\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1} \times 0,0400\text{ mol}\cdot\text{kg}^{-1} \times i$$

$$i = 1,875$$



$$i = 1 + \alpha(q - 1)$$

$$1,875 = 1 + \alpha(2 - 1) \Rightarrow \alpha = 0,875$$

$$\text{Para o ácido tricloroacético: } K_a = \frac{\alpha^2 \times \mathfrak{M}}{1 - \alpha}$$

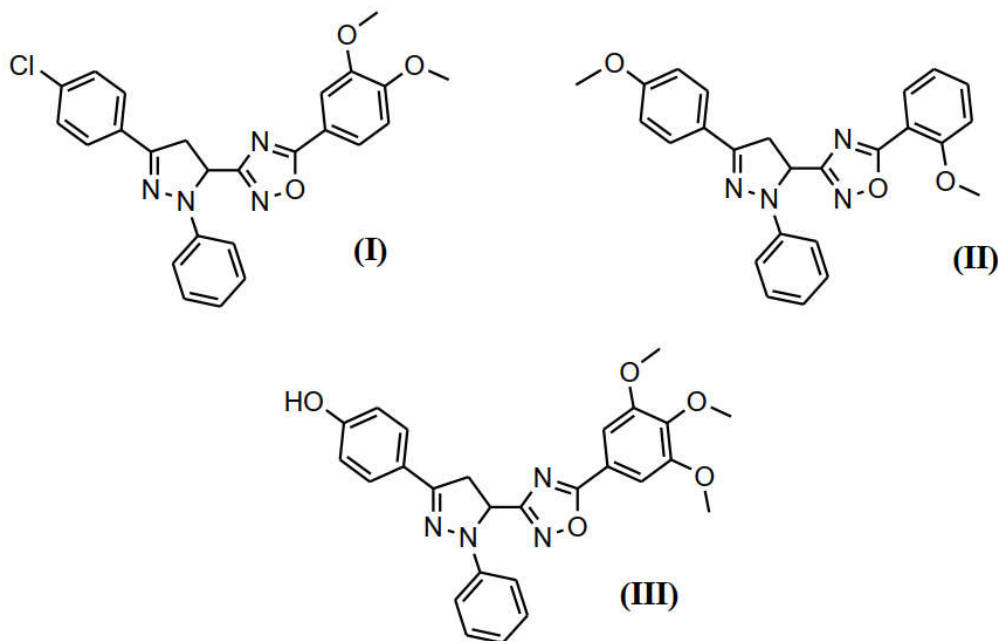
$$K_a = \frac{(0,875)^2 \times 0,0400\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}{1 - 0,875} = \frac{0,030625}{0,125}$$

$$K_a = 0,245$$

$$K_a = 2,45 \times 10^{-1}$$

32ª Questão – Valor: 0,25

As moléculas abaixo são utilizadas como agentes antioxidantes:



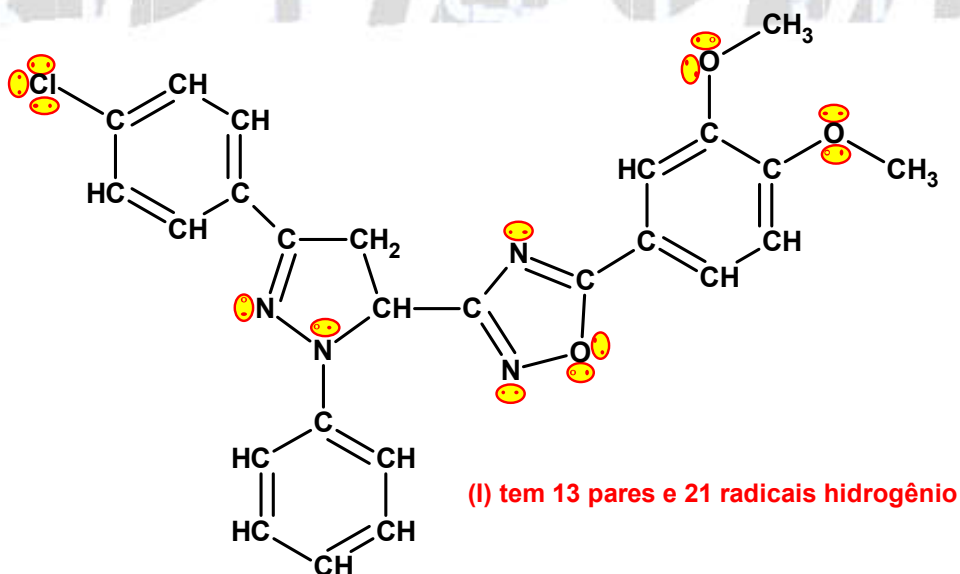
Tais agentes encontram utilização na **química medicinal** devido a sua habilidade em capturar radicais livres, espécies muito nocivas ao corpo, pois oxidam o DNA, causando inúmeras doenças.

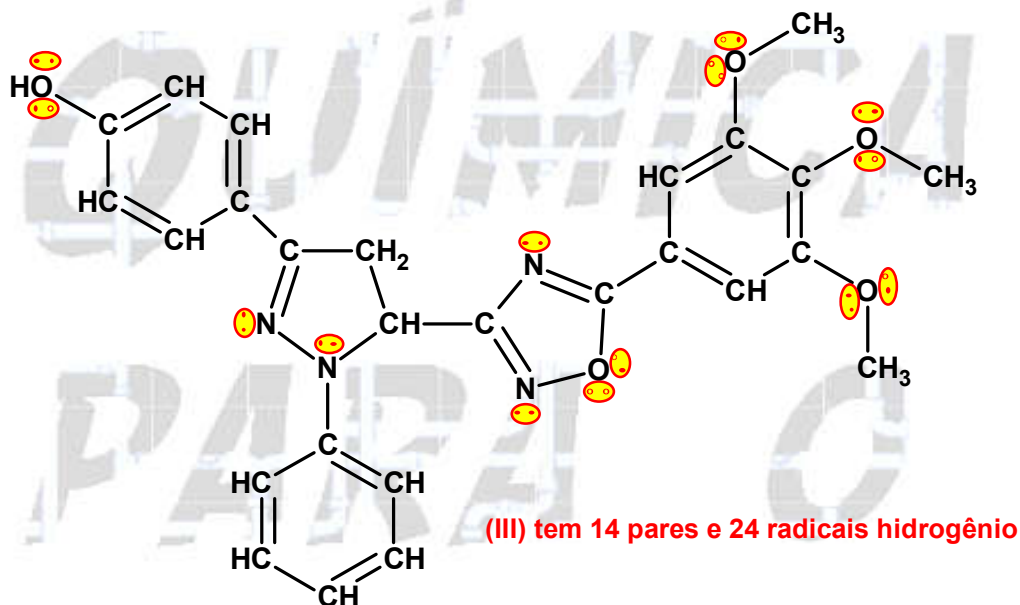
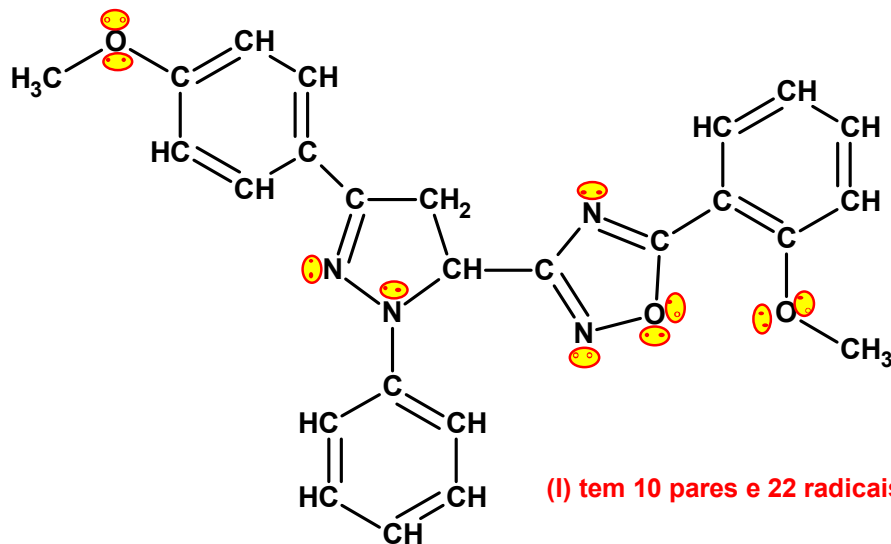
A atividade antioxidante desses compostos está relacionada a sua capacidade de doar **elétrons** ou **radicais hidrogênio**. Baseado nesse conceito, é de se esperar que a ordem decrescente de atividade antioxidante das moléculas seja:

- (A) (I) > (II) > (III)
- (B) (I) > (III) > (II)
- (C) (II) > (I) > (III)
- (D) (II) > (III) > (I)
- (E) (III) > (I) > (II)

Resolução: alternativa E

Quanto maior o número de pares de elétrons não ligantes existentes na molécula e de radicais hidrogênio, maior a atividade antioxidante.

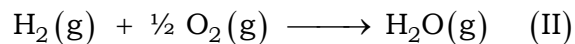
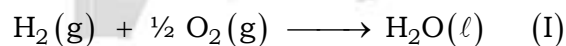




Conclusão: (III) > (I) > (II).

33ª Questão – Valor: 0,25

Considere as reações abaixo:

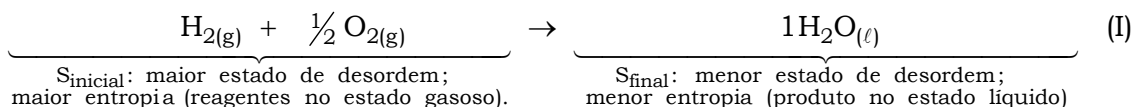


Assinale a alternativa correta.

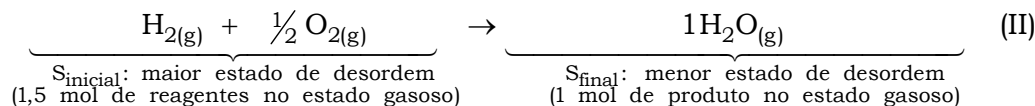
- (A) O decréscimo de entropia é menor na reação (I) do que na reação (II).
- (B) O acréscimo de entropia na reação (I) é maior do que na reação (II).
- (C) O decréscimo de entropia é menor na reação (II) do que na reação (I).
- (D) O acréscimo de entropia na reação (II) é maior do que na reação (I).
- (E) A variação de entropia é igual em ambas as reações.

Resolução: alternativa C

A entropia (S) mede a desordem do sistema.



(I): diminuição de entropia (1,5 mol de gases \longrightarrow 0 mol de gases).

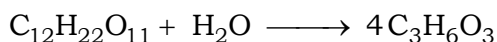


(II): diminuição de entropia (1,5 mol de gases \longrightarrow 1 mol de gases).

Conclusão: o decréscimo de entropia é menor na reação (II) do que na reação (I).

34ª Questão – Valor: 0,25

É requerido que fazendas produtoras de leite bovino controlem a acidez do leite que está aguardando o processamento. Essa acidez é resultante da conversão da lactose em ácido láctico (ácido 2-hidroxi-propanoico) por ação de microrganismos:



Um fazendeiro decidiu fazer um experimento para determinar a taxa de geração de ácido láctico no leite armazenado: retirou uma amostra de 50 cm³ de leite, cuja concentração de ácido láctico é de 1,8 g/L, e, depois de três horas, utilizou 40 cm³ de uma solução 0,1 molar de NaOH para neutralizá-la.

Conclui-se que a taxa média de produção de ácido láctico por litro de leite é:

- (A) 0,25 mg/L.s (B) 0,33 mg/L.s (C) 0,50 mg/L.s (D) 0,67 mg/L.s (E) 1,00 mg/L.s

Resolução: alternativa C

Concentração inicial de ácido láctico = 1,8 g/L = 1.800 mg/L

V = 50 cm³ = 0,05 L (volume da solução de ácido láctico)



Utilizou-se 40 cm³ (0,04 L) de uma solução 0,1 mol/L de NaOH para a neutralização.

1 L \longrightarrow 0,1 mol de NaOH

0,04 L \longrightarrow n_{NaOH}

$$n_{\text{NaOH}} = n_{\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3} = 0,004 \text{ mol}$$

$$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 = 3 \times 12 + 8 \times 1 + 3 \times 16 = 90$$

$$m_{\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3} = 0,004 \times 90 \text{ g} = 0,36 \text{ g} = 360 \text{ mg}$$

$$\text{Concentração final do ácido láctico} = \frac{m_{\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3}}{V} = \frac{360 \text{ mg}}{0,05 \text{ L}} = 7.200 \text{ mg/L}$$

$$\text{Variação de concentração} = 7.200 \text{ mg/L} - 1.800 \text{ mg/L} = 5.400 \text{ mg/L}$$

$$\text{Variação de tempo} = 3 \text{ h} = 3 \times 3.600 \text{ s} = 10.800 \text{ s}$$

$$v = \frac{\Delta_{\text{Concentração}}}{\Delta t} = \frac{5.400 \text{ mg/L}}{10.800 \text{ s}} = 0,50 \text{ mg/L.s}$$

35ª Questão – Valor: 0,25

Escolha a alternativa que apresenta as substâncias relacionadas em ordem crescente de solubilidade em água, a 25 °C e 1 atm:

- (A) Bromo < dissulfeto de carbono < butanol < etanol < brometo de potássio.
 (B) Metano < neopentano < dietilcetona < *t*-butanol < *n*-butanol.
 (C) Hidróxido de alumínio < carbonato de cálcio < carbonato de magnésio < nitrato de prata < sulfato de bário.
 (D) Isobutano < *p*-diclorobenzeno < *o*-diclorobenzeno < *o*-nitrofenol < *p*-nitrofenol.
 (E) Cromato de chumbo (II) < Cromato de bário < carbonato de sódio < carbonato de magnésio < clorato de magnésio.

Resolução: alternativa D

(A) Incorreta. Dissulfeto de carbono (CS_2) < Bromo (Br_2) < Butanol < Brometo de potássio (KBr) < Etanol.

(B) Incorreta. Neopentano (maior cadeia carbônica do que o metano e apolar) < Metano (apolar) < dietilcetona (apresenta o grupo carbonila, logo é menos polar do que os alcoóis) < *n*-butanol (apresenta hidroxila) < *t*-butanol (apresenta hidroxila e é mais ramificado do que o *n*-butanol; possui menor cadeia principal).

(C) Incorreta. Carbonato de magnésio (MgCO_3) < Sulfato de bário (BaSO_4) < Hidróxido de alumínio ($\text{Al}(\text{OH})_3$) < Carbonato de cálcio (CaCO_3) < Nitrato de prata (AgNO_3).

(D) Correta. Isobutano (apolar) < *p*-diclorobenzeno (menos polar do que o isômero orto) < *o*-diclorobenzeno (mais polar do que o isômero para) < *o*-nitrofenol (menos polar do que o isômero para) < *p*-nitrofenol (mais polar do que o isômero orto).

(E) Incorreta. Cromato de chumbo (II) (PbCrO_4) < Carbonato de magnésio (MgCO_3) < Cromato de bário (BaCrO_4) < Clorato de magnésio ($\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$) < Carbonato de sódio (Na_2CO_3).

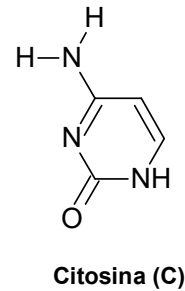
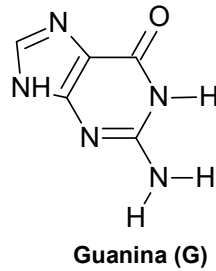
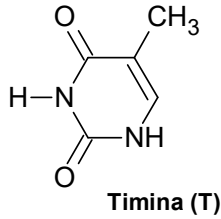
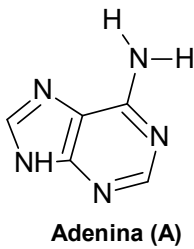
36ª Questão – Valor: 0,25

Assinale a alternativa correta:

- (A) A estrutura primária de uma proteína é definida pela ordem em que os aminoácidos adenina, timina, citosina e guanina se ligam entre si.
 (B) A estrutura secundária de uma proteína é definida por conformações locais de sua cadeia principal que assumem padrões específicos, tais como hélices α e folhas β .
 (C) A estrutura terciária de uma proteína é definida pelo modo conforme duas ou mais cadeias polipeptídicas se agregam entre si.
 (D) As enzimas são proteínas que atuam como catalisadores biológicos e que se caracterizam pela sua capacidade de reagir, simultaneamente, com milhares de substratos de grande diversidade estrutural.
 (E) A glicose, a ribose e a frutose são enzimas que devem ser obrigatoriamente ingeridas na dieta dos seres humanos, uma vez que nossos organismos não conseguem sintetizá-las.

Resolução: alternativa B

(A) Incorreta. Adenina, timina, citosina e guanina são bases nitrogenadas do DNA, ou seja, não são aminoácidos.



(B) Correta. A estrutura secundária de uma proteína é definida por conformações locais de sua cadeia principal que assumem padrões específicos, tais como hélices α e folhas β . Estas estruturas são resultantes das ligações de hidrogênio entre grupos $-NH$ e $C=O$ e lembram uma “mola”.



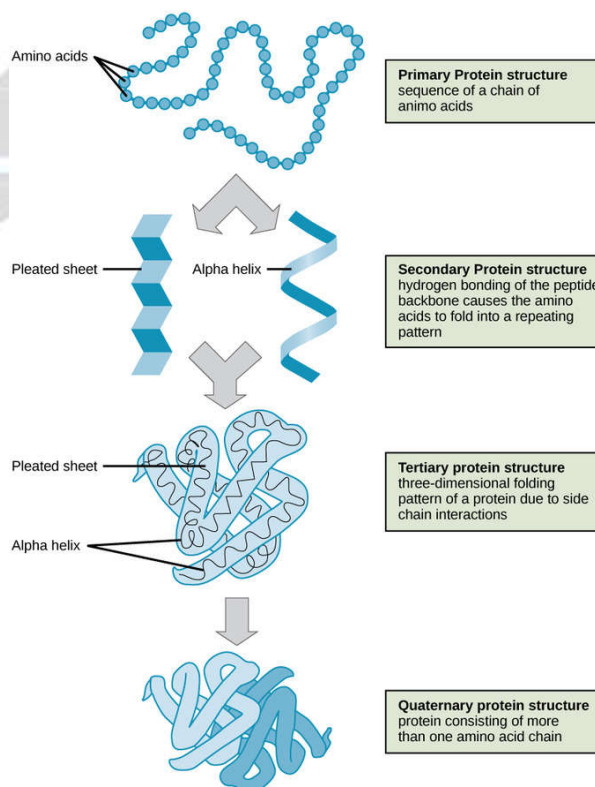
(C) Incorreta. A estrutura quaternária de uma proteína é definida pelo modo conforme duas ou mais cadeias polipeptídicas se agregam entre si.



(D) Incorreta. As enzimas são catalisadores biológicos e não têm a capacidade de reagir, simultaneamente, com milhares de substratos, pois são específicas para “acelerar” determinadas vias metabólicas.

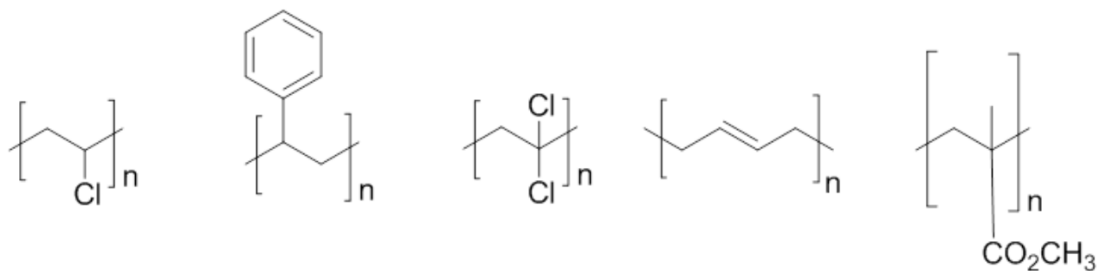
(E) Incorreta. A glicose, ribose e frutose são monossacarídeos.

Observações teóricas:



37ª Questão – Valor: 0,25

Considere as representações, não identificadas, dos seguintes polímeros: polibutadieno, poliestireno, poli(cloreto de vinila), poli(metacrilato de metila) e poli(cloreto de vinilideno).



Com base nessas estruturas, avalie as sentenças a seguir:

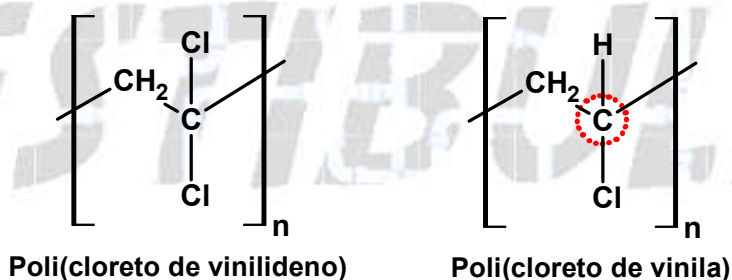
- I – O poli(cloreto de vinilideno) apresenta isomeria óptica enquanto o poli(cloreto de vinila) não apresenta isomeria óptica.
- II – O polibutadieno pode apresentar estereoisômeros cis e trans.
- III – A massa molar do mero do poliestireno é maior do que a do mero do polibutadieno.
- IV – A transesterificação do poli(metacrilato de metila) com etanol produz acetato de metila mais o poli(álcool vinílico).

É correto apenas o que se afirma nas sentenças:

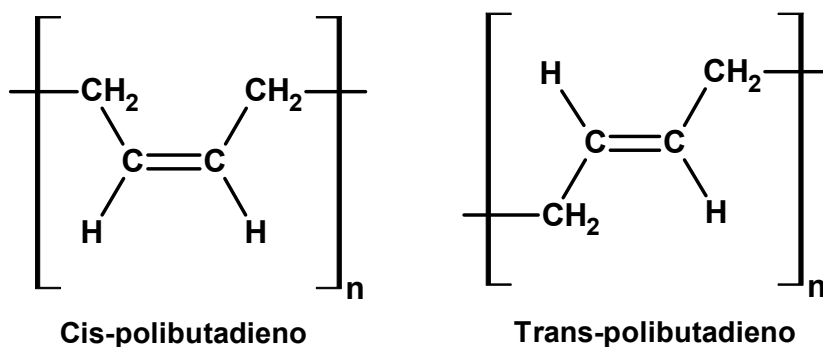
- (A) II e III.
- (B) I e II.
- (C) II e IV.
- (D) I, III e IV.
- (E) I, II e III.

Resolução: alternativa A

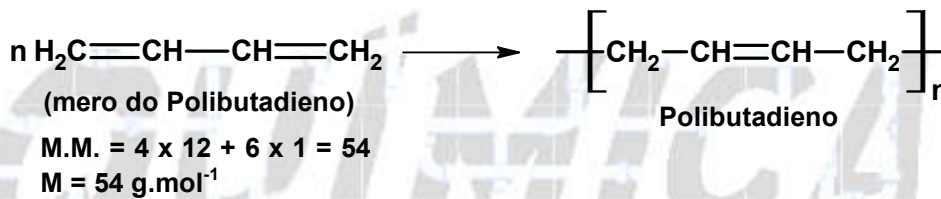
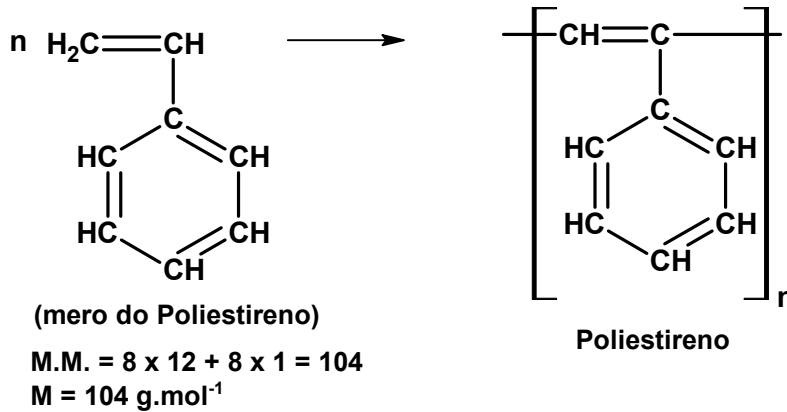
I – Incorreta. O poli(cloreto de vinilideno) não apresenta isomeria óptica, pois não possui carbono quiral ou assimétrico, enquanto o poli(cloreto de vinila) apresenta isomeria óptica, pois possui carbono quiral ou assimétrico.



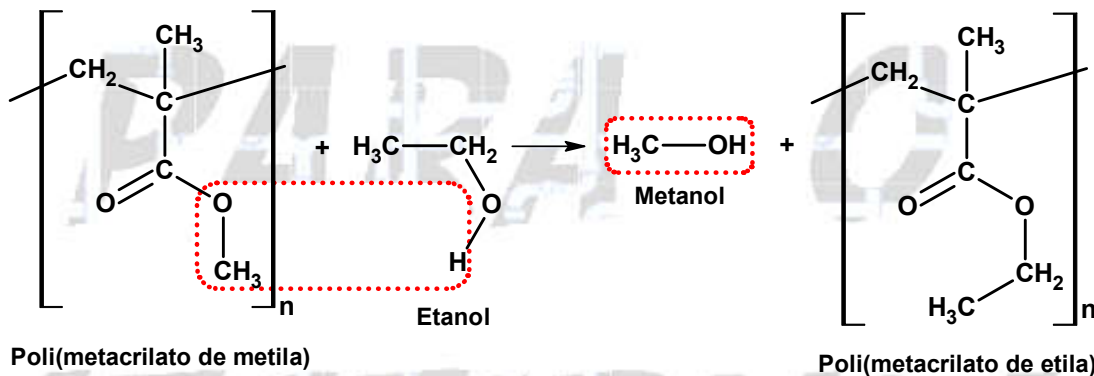
II – Correta. O polibutadieno pode apresentar estereoisômeros cis e trans, pois apresenta dois carbonos ligados por dupla ligação e cada um deles ligados a dois ligantes diferentes entre si.



III – Correta. A massa molar do mero do poliestireno ($104 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) é maior do que a do mero do polibutadieno ($54 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$).



IV – Incorreta. A transesterificação do poli(metacrilato de metila) com etanol produz metanol mais o poli(metacrilato de etila).



38ª Questão – Valor: 0,25

Assinale a alternativa VERDADEIRA:

- (A) A energia de ligação na molécula de NO é maior que no íon NO^+ .
- (B) A energia de ligação na molécula de CO é maior que no íon CO^+ .
- (C) A molécula de O_2 tem maior energia de ligação que os íons O_2^+ e O_2^- .
- (D) A ligação dupla $\text{C}=\text{C}$ tem o dobro da energia da ligação simples $\text{C}-\text{C}$.
- (E) O íon NO^- é mais estável que o íon NO^+ .

Resolução: alternativa B

Teoria envolvida: os diagramas de energia de orbitais moleculares são construídos a partir de resultados experimentais (via espectroscopia fotoelétrica no UV) ou a partir de cálculos teóricos.

Considerando:

- ❖ orbital ligante σ ;
- ❖ orbital antiligante σ^* ;
- ❖ orbital ligante π ;
- ❖ orbital antiligante π^* ;

❖ Ordem de ligação = $\frac{\text{número de elétrons ligantes} - \text{número de elétrons antiligantes}}{2}$.

Diagrama de nível de energia de orbital molecular de molécula diatômica **homonuclear** (a direita do grupo 2 da tabela periódica) e orbital atômico dos átomos constituintes para o O₂ (a ordem de x, y e z pode variar), não está em escala:

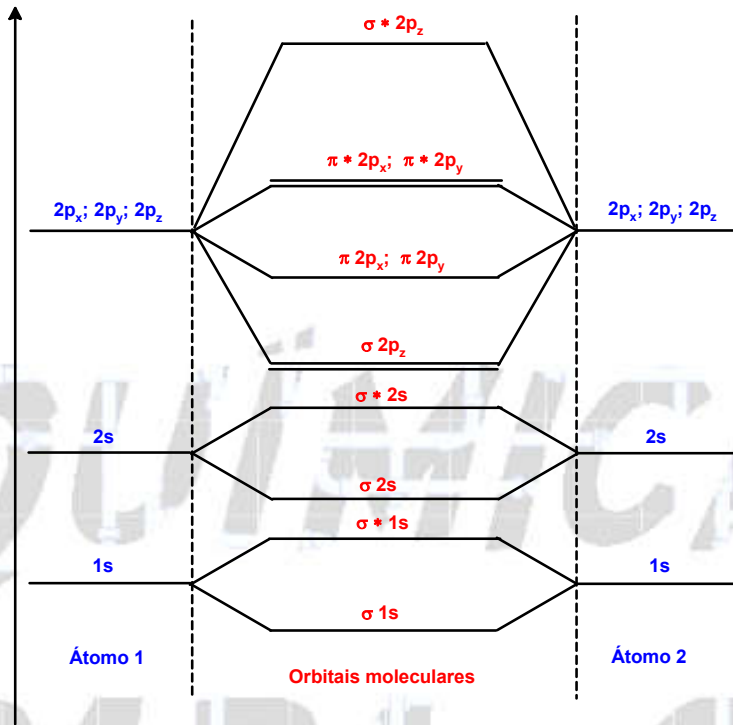


Diagrama de nível de energia de orbital molecular de molécula diatômica **heteronuclear** (a direita do grupo 2 da tabela periódica) e orbital atômico dos átomos constituintes para o NO⁺ e NO⁻ (a ordem de x, y e z pode variar), não está em escala:

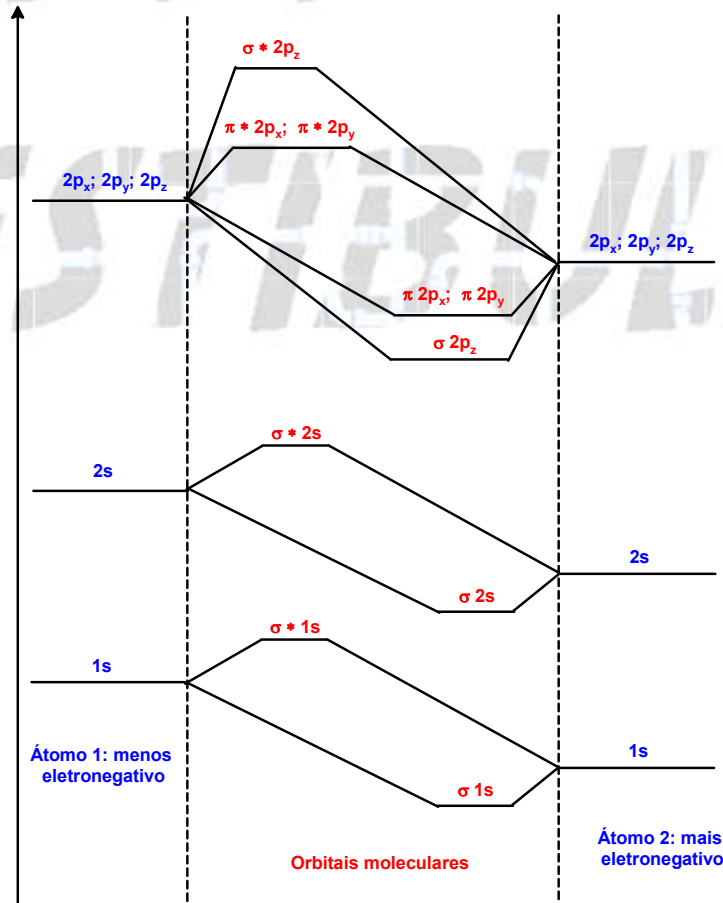
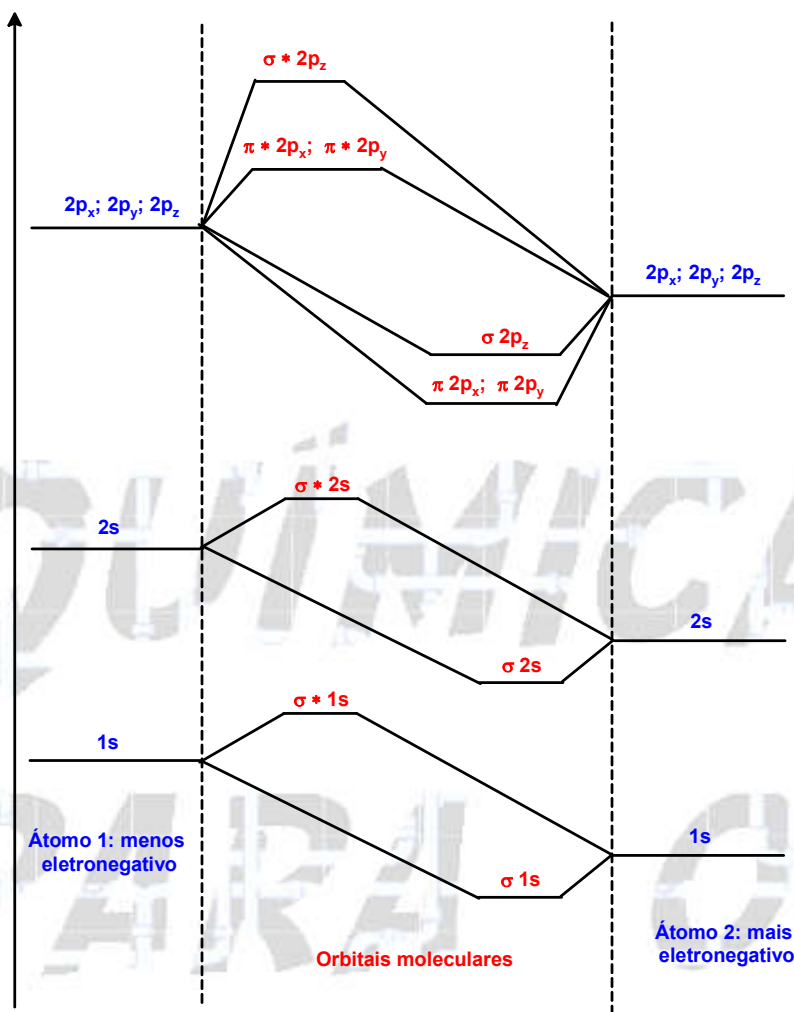
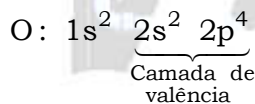
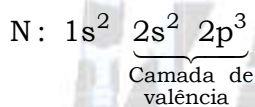


Diagrama de nível de energia de orbital molecular de molécula diatômica **heteronuclear** (a direita do grupo 2 da tabela periódica) e orbital atômico dos átomos constituintes para o CO e CO⁺ (a ordem de x, y e z pode variar), não está em escala:

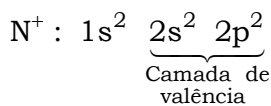


(A) Falsa. A energia de ligação na molécula de NO é menor que no íon NO⁺, pois a ordem de ligação na molécula de NO (2,5) é menor do que a ordem de ligação no íon NO⁺ (3).

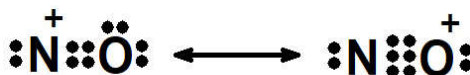
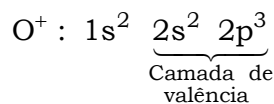
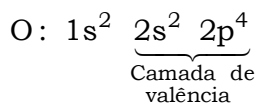
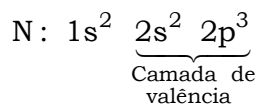


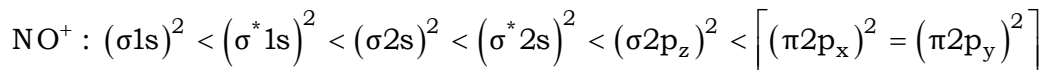
$$\text{NO}: (\sigma 1s)^2 < (\sigma^* 1s)^2 < (\sigma 2s)^2 < (\sigma^* 2s)^2 < (\sigma 2p_z)^2 < [(\pi 2p_x)^2 = (\pi 2p_y)^2] < (\pi^* 2p_x)^1$$

$$\text{Ordem de ligação} = \frac{(2+2+2+2+2) - (2+2+1)^*}{2} = \frac{10-5}{2} = 2,5$$



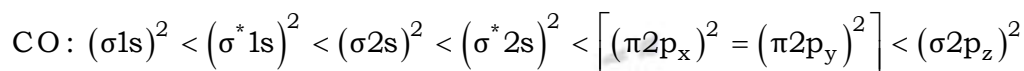
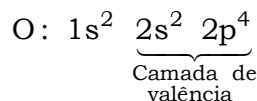
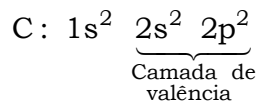
ou



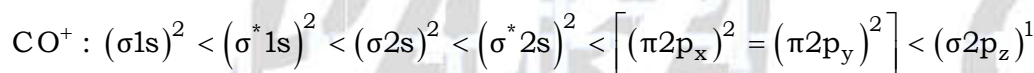
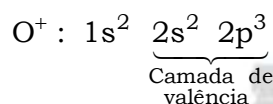
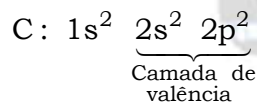


$$\text{Ordem de ligação} = \frac{(2+2+2+2+2) - (2+2)^*}{2} = \frac{10-4}{2} = 3$$

(B) Verdadeira. A energia de ligação na molécula de CO é maior que no íon CO^+ , pois a ordem de ligação na molécula de CO (3) é maior do que a ordem de ligação no íon CO^+ (2,5).

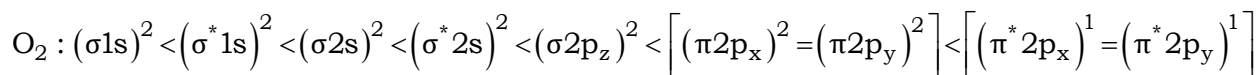
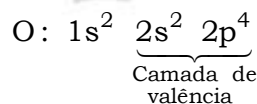
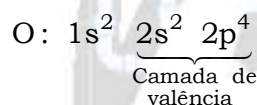


$$\text{Ordem de ligação} = \frac{(2+2+2+2+2) - (2+2+2)^*}{2} = \frac{10-4}{2} = 3$$

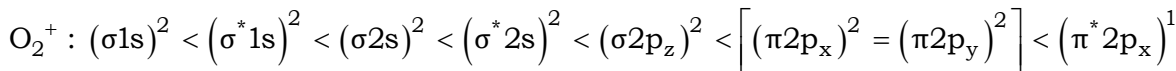
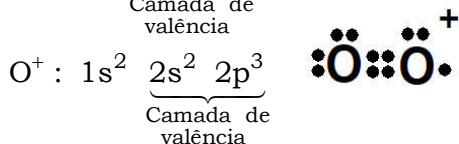
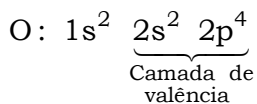


$$\text{Ordem de ligação} = \frac{(2+2+2+2+1) - (2+2)^*}{2} = \frac{9-4}{2} = 2,5$$

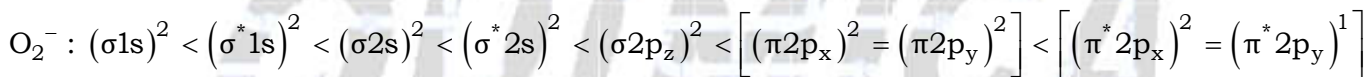
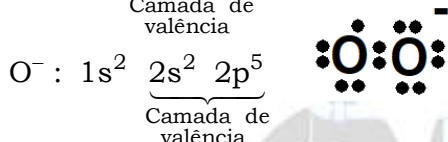
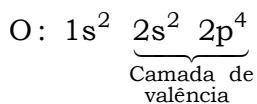
(C) Falsa. A ordem de ligação do íon O_2^+ (2,5) é maior do que a ordem de ligação da molécula O_2 (2) que é maior do que a ordem de ligação do íon O_2^- (1,5), ou seja, a molécula de O_2 tem maior energia de ligação do que o íon O_2^- .



$$\text{Ordem de ligação} = \frac{(2+2+2+2+2) - (2+2+1+1)^*}{2} = \frac{10-6}{2} = 2$$



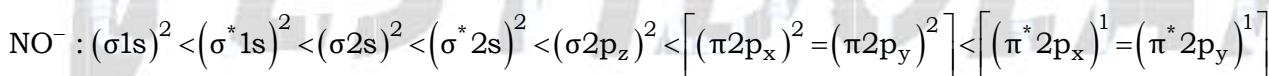
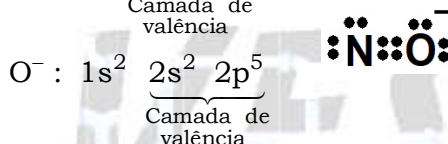
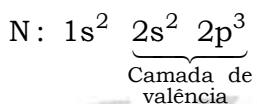
Ordem de ligação = $\frac{(2+2+2+2+2)-(2+2+1)^*}{2} = \frac{10-5}{2} = 2,5$



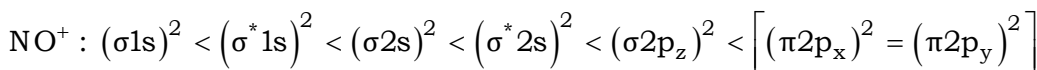
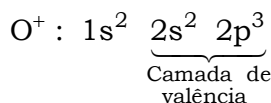
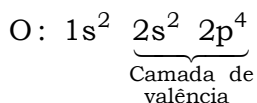
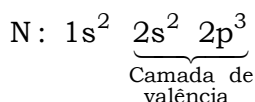
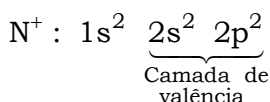
Ordem de ligação = $\frac{(2+2+2+2+2)-(2+2+2+1)^*}{2} = \frac{10-7}{2} = 1,5$

(D) Falsa. A ligação dupla C = C é menor do que a ligação simples C - C, ou seja, a ligação dupla C = C (614,2 kJ/mol) tem mais energia do que a ligação simples C - C (346,8 kJ/mol), porém, a razão entre estes valores não é 2.

(E) Falsa. O íon NO⁻ (ordem de ligação: 2) é menos estável que o íon NO⁺ (ordem de ligação: 3), pois a ordem de ligação do íon NO⁻ é menor do que a ordem de ligação do íon NO⁺.



Ordem de ligação = $\frac{(2+2+2+2+2)-(2+2+1+1)^*}{2} = \frac{10-6}{2} = 2$



Ordem de ligação = $\frac{(2+2+2+2+2)-(2+2)^*}{2} = \frac{10-4}{2} = 3$

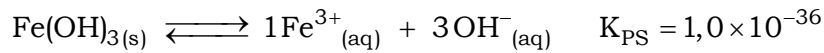
39ª Questão – Valor: 0,25

Quanto à precipitação do hidróxido férrico ($K_{PS} = 1,0 \cdot 10^{-36}$) em uma solução 0,001 molar de Fe^{3+} , é correto afirmar que

- (A) independe do pH.
- (B) ocorre somente na faixa de pH alcalino.
- (C) ocorre somente na faixa de pH ácido.
- (D) não ocorre para $pH < 3$.
- (E) ocorre somente para $pH \geq 12$.

Resolução: alternativa D

Tem-se o seguinte equilíbrio:



$$K_{PS} = [Fe^{3+}]^1 \times [OH^{-}]^3$$

$[Fe^{3+}]^1 \times [OH^{-}]^3 > K_{PS} \Rightarrow$ Ocorrerá precipitação (deslocamento para a esquerda).

$$[Fe^{3+}] = 0,001 \text{ mol/L} = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$(10^{-3})^1 \times [OH^{-}]^3 > 1,0 \times 10^{-36}$$

$$[OH^{-}]^3 > \frac{10^{-36}}{10^{-3}}$$

$$[OH^{-}]^3 > 10^{-33} \Rightarrow \sqrt[3]{[OH^{-}]^3} > \sqrt[3]{10^{-33}}$$

$$[OH^{-}] > 10^{-11} \text{ mol/L}$$

$$\underbrace{[H^{+}] \times [OH^{-}]}_{10^{-14}} > 10^{-11} \times [H^{+}]$$

$$10^{-11} \times [H^{+}] < 10^{-14}$$

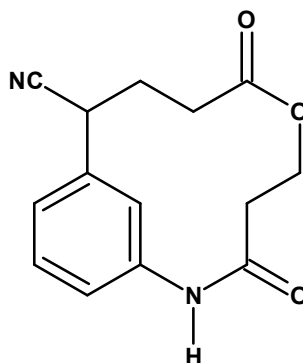
$$[H^{+}] < \frac{10^{-14}}{10^{-11}} \Rightarrow [H^{+}] < 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$-\log[H^{+}] > -\log(10^{-3}) \Rightarrow pH > 3$$

Conclusão: quanto à precipitação do hidróxido férrico é correto afirmar que ocorre em pH maior do que três, ou seja, não ocorre para pH menor do que três.

40ª Questão – Valor: 0,25

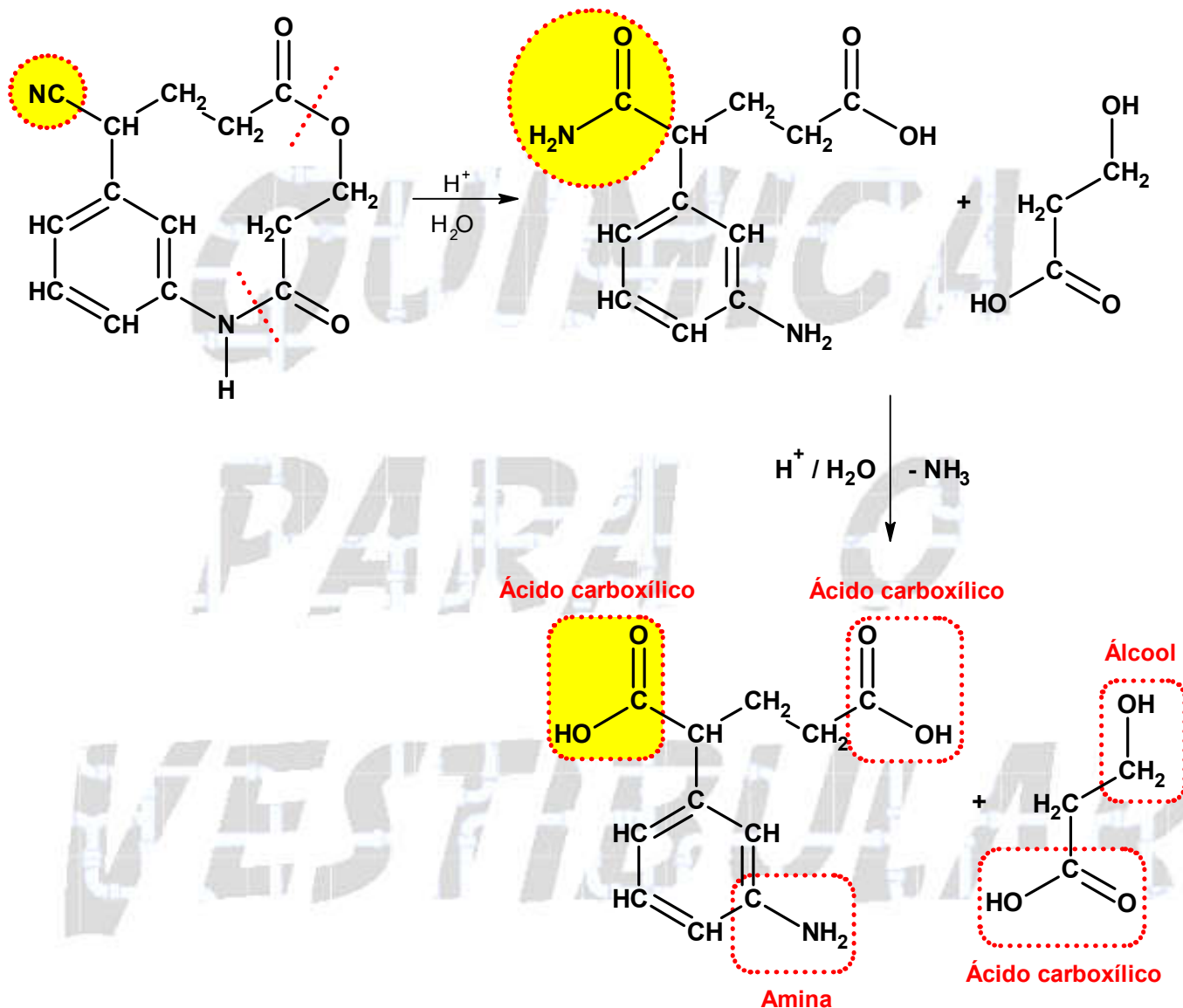
Assinale, dentre as alternativas, aquela que corresponde às funções orgânicas geradas após a hidrólise ácida total da molécula abaixo:



- (A) Ácido carboxílico, amina, álcool.
 (B) Amina, ácido carboxílico, álcool, aldeído.
 (C) Álcool, cetona, éster, éter.
 (D) Amida, aldeído, cetona.
 (E) Éter, amida, ácido carboxílico.

Resolução: alternativa A

Na hidrólise ácida total da molécula, o grupo nitrilo ($C \equiv N$) é “transformado” em amida e depois em ácido carboxílico; o grupo éster é “transformado” em ácido carboxílico e álcool e o grupo amida é “transformado” em amina e ácido carboxílico:



As funções orgânicas geradas após a hidrólise ácida total da molécula são: ácido carboxílico, amina e álcool.

QUESTÕES DISSERTATIVAS

DADOS

Informações de Tabela Periódica

| Elemento | H | C | N | O | F | Mg | Al | Cl | K | Ca | Cu | Br |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Massa atômica (u) | 1,00 | 12,0 | 14,0 | 16,0 | 19,0 | 24,0 | 27,0 | 35,5 | 39,0 | 40,0 | 63,5 | 80,0 |
| Número atômico | 1 | 6 | 7 | 8 | 9 | 12 | 13 | 17 | 19 | 20 | 29 | 35 |

Constantes:

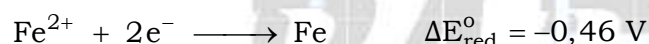
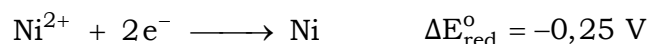
Constante de Faraday: $1 F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

Constante Universal dos Gases = $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 2,00 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$\log 2 = 0,3$ $10^{0,4} = 2,5$

Dados:

Potenciais-padrão de redução a 25 °C:

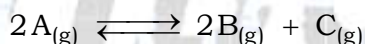


Equação de Nersnt:

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

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

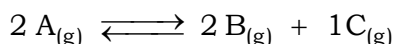
1ª Questão (valor 1,0) – Considere a equação de dissociação do composto **A**, que ocorre a uma determinada temperatura:



Desenvolva a expressão para o cálculo da pressão total dos gases, que se comportam idealmente, em função do grau de dissociação (α) nas condições de equilíbrio.

Resolução:

$p_A = p$ (pressão inicial; gás A)



2p 0 0 (início; tem-se apenas o gás A)

-2 α p +2 α p +1 α p (durante; gases B e C em função de p)

2p(1- α) +2 α p +1 α p (equilíbrio; gases B e C em função de p)

$$P_{\text{total}} = 2p(1-\alpha) + 2\alpha p + 1\alpha p = 2p + 1\alpha p$$

$$K_P = \frac{(p_B)^2 \times (p_C)^1}{(p_A)^2} = \frac{(2\alpha p)^2 \times (1\alpha p)^1}{(2p(1-\alpha))^2} = \frac{(2\alpha p)^2 \times (1\alpha p)^1}{4p^2(1-\alpha)^2}$$

$$K_P = \frac{\alpha^3}{(1-\alpha)^2} \times p \quad (1)$$

$$P_{\text{total}} = 2p + 1\alpha p$$

$$P_{\text{total}} = p(2 + \alpha) \Rightarrow p = \frac{P_{\text{total}}}{(2 + \alpha)} \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1), vem:

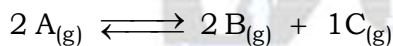
$$K_P = \frac{\alpha^3}{(1-\alpha)^2} \times \frac{P_{\text{total}}}{(2 + \alpha)}$$

$$P_{\text{total}} = K_P \times \frac{(2 + \alpha) \times (1 - \alpha)^2}{\alpha^3}$$

Outro modo de resolução:

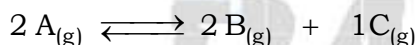
$$p \times V = n \times R \times T$$

$$\frac{n}{V} = \frac{p}{R \times T}$$



$$2 \frac{n}{V} \quad 0 \quad 0 \quad (\text{início; tem-se apenas o gás A})$$

Então,



$$2 \frac{p}{RT} \quad 0 \quad 0 \quad (\text{início})$$

$$- \alpha 2 \frac{p}{RT} \quad + \alpha 2 \frac{p}{RT} \quad + \alpha \frac{p}{RT} \quad (\text{durante})$$

$$2 \frac{p}{RT} (1 - \alpha) \quad + \alpha 2 \frac{p}{RT} \quad + \alpha \frac{p}{RT} \quad (\text{equilíbrio})$$

$$K_P = \frac{(p_B)^2 \times (p_C)^1}{(p_A)^2} = \frac{\left(\alpha 2 \frac{p}{RT} \right)^2 \times \left(\alpha \frac{p}{RT} \right)^1}{\left(2 \frac{p}{RT} (1 - \alpha) \right)^2}$$

$$K_P = \frac{p}{RT} \times \frac{\alpha^3}{(1 - \alpha)^2} \quad (1)$$

No equilíbrio:

$$P_{\text{total}} = p_A + p_B + p_C$$

$$P_{\text{total}} = 2 \frac{p}{RT} (1 - \alpha) + \alpha 2 \frac{p}{RT} + \alpha \frac{p}{RT}$$

$$P_{\text{total}} = \frac{p}{RT} (2 + \alpha)$$

$$\frac{p}{RT} = \frac{P_{\text{total}}}{(2 + \alpha)} \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1), vem :

$$K_P = \frac{P_{\text{total}}}{(2 + \alpha)} \times \frac{\alpha^3}{(1 - \alpha)^2}$$

$$P_{\text{total}} = K_P \times \frac{(2 + \alpha) \times (1 - \alpha)^2}{\alpha^3}$$

2ª Questão (valor 1,0) – Uma pequena célula eletroquímica blindada, formada por eletrodos de alumínio e de níquel, deve operar a temperatura constante de 298 K. Para tanto, recebe uma camisa de refrigeração, isolada do meio externo, contendo 100 g de água.

Supondo que a célula transfere ao exterior, de maneira reversível, uma carga de 1 Faraday, calcule a elevação da temperatura que ocorrerá na água dentro da camisa de refrigeração. Ademais, sabe-se que essa célula apresenta uma variação de potencial na razão de $1,5 \times 10^{-4}$ V/K. Considere que o calor específico da água de refrigeração é de 4,20 J/g.K.

Resolução:

$$T = 298 \text{ K}$$

$$\Delta U = 1,5 \times 10^{-4} \text{ V.K}^{-1} \text{ (variação de potencial)}$$

$$1 \text{ K} \text{ ——— } 1,5 \times 10^{-4} \text{ V}$$

$$298 \text{ K} \text{ ——— } \Delta U'$$

$$\Delta U' = 298 \times 1,5 \times 10^{-4} \text{ V}$$

$$q = 96.500 \text{ C} = 96.500 \text{ J} \cdot \text{V}^{-1} \text{ (carga de 1 Faraday)}$$

$$m = 100 \text{ g}$$

$$c = 4,20 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$Q = m \times c \times \Delta T \text{ (calor absorvido)}$$

$$E = q \times \Delta U' \text{ (energia potencial elétrica)}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q = E \Rightarrow m \times c \times \Delta T = q \times \Delta U' \end{array} \right\}$$

$$\Delta T = \frac{q \times \Delta U'}{m \times c}$$

$$\Delta T = \frac{96.500 \text{ J} \cdot \text{V}^{-1} \times 298 \times 1,5 \times 10^{-4} \text{ V}}{100 \text{ g} \times 4,20 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}}$$

$$\Delta T = 10,27 \text{ K}$$

3ª Questão (valor 1,0) – Mistura-se a água contida em dois recipientes, designados por **A** e **B**, de forma adiabática. Cada um contém a mesma massa **m** de água no estado líquido. Inicialmente, as temperaturas são **T** no recipiente **A** e **T+ΔT** no recipiente **B**. Após a mistura, a água atinge a temperatura final de equilíbrio térmico.

Mostre que a variação de entropia do processo de mistura é positiva.

Dado:

$$\Delta S = m c_p \ln \frac{T_2}{T_1}, \text{ onde } T_2 \text{ e } T_1 \text{ são duas temperaturas em dois estados diferentes do processo e}$$

c_p é o calor específico da água, considerado constante.

Resolução:

| |
|----------------------------------|
| Recipiente A |
| Massa de água = m |
| $T_{\text{inicial}} = T$ |
| $T_{\text{equilíbrio}} = T_f$ |
| Calor específico da água = c_p |

$$\Rightarrow Q_A = m \times c_p \times (T_f - T)$$

| |
|-------------------------------------|
| Recipiente B |
| Massa de água = m |
| $T_{\text{inicial}} = T + \Delta T$ |
| $T_{\text{equilíbrio}} = T_f$ |
| Calor específico da água = c_p |

$$\Rightarrow Q_B = m \times c_p \times (T_f - T - \Delta T)$$

No equilíbrio térmico: $Q_A + Q_B = 0$. Então,

$$m \times c_p \times (T_f - T) + m \times c_p \times (T_f - T - \Delta T) = 0$$

$$m \times c_p \times \underbrace{(T_f - T + T_f - T - \Delta T)}_{2T_f - 2T - \Delta T} = 0$$

$$2T_f - 2T - \Delta T = 0$$

$$T_f = \frac{2T + \Delta T}{2} \quad \text{(I)}$$

Substituindo T_f nas equações a seguir, vem:

$$\Delta S_A = m c_p \ln \left(\frac{T_f}{T} \right) \Rightarrow \Delta S_A = m c_p \ln \left(\frac{2T + \Delta T}{2T} \right)$$

$$\Delta S_B = m c_p \ln \left(\frac{T_f}{T + \Delta T} \right) \Rightarrow \Delta S_B = m c_p \ln \left(\frac{2T + \Delta T}{2T + 2\Delta T} \right)$$

$$\Delta S_{\text{mistura}} = \Delta S_A + \Delta S_B$$

$$\Delta S_{\text{mistura}} = m c_p \ln \left(\frac{2T + \Delta T}{2T} \right) + m c_p \ln \left(\frac{2T + \Delta T}{2T + 2\Delta T} \right)$$

$$\Delta S_{\text{mistura}} = m c_p \ln \left[\left(\frac{2T + \Delta T}{2T} \right) \times \left(\frac{2T + \Delta T}{2T + 2\Delta T} \right) \right]$$

$$\Delta S_{\text{mistura}} = m c_p \ln \left(\frac{(2T + \Delta T)^2}{2T(2T + 2\Delta T)} \right)$$

$$\ln \left(\frac{(2T + \Delta T)^2}{2T(2T + 2\Delta T)} \right) > 0 \Rightarrow \frac{(2T + \Delta T)^2}{2T(2T + 2\Delta T)} > 1$$

$$(2T + \Delta T)^2 > 2T(2T + 2\Delta T)$$

$$(2T + \Delta T)^2 - 2T(2T + 2\Delta T) > 0$$

$$4T^2 + 4T\Delta T + \Delta T^2 - 4T^2 - 4T\Delta T > 0$$

$$\Delta T^2 > 0$$

Para qualquer valor de ΔT , ΔT^2 será maior do que zero. Então,

$$\ln \left(\frac{(2T + \Delta T)^2}{2T(2T + 2\Delta T)} \right) > 0$$

$$m c_p \ln \left(\frac{(2T + \Delta T)^2}{2T(2T + 2\Delta T)} \right) > 0$$

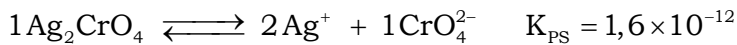
$$\Delta S_{\text{mistura}} > 0$$

4ª Questão (valor 1,0) – Adiciona-se lentamente K_2CrO_4 a uma solução que contém $[Ag^+] = 8 \times 10^{-4}$ molar e $[Pb^{2+}] = 4,5 \times 10^{-3}$ molar. Desprezando-se a variação de volume, qual será a concentração do sal que começou a precipitar primeiro, no exato momento em que o segundo sal começar a precipitar?

Dados: $K_{PS}(Ag_2CrO_4) = 1,6 \times 10^{-12}$ e $K_{PS}(PbCrO_4) = 1,8 \times 10^{-14}$.

Resolução:

$[Ag^+] = 8 \times 10^{-4}$ mol/L; K_2CrO_4 é adicionado.



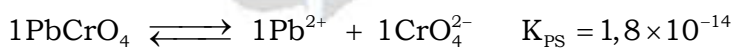
$$K_{PS} < [Ag^+]^2 \times [CrO_4^{2-}]^1 \quad (\text{precipitação})$$

$$1,6 \times 10^{-12} < (8 \times 10^{-4})^2 \times [CrO_4^{2-}]$$

$$[CrO_4^{2-}] > \frac{1,6 \times 10^{-12}}{64 \times 10^{-8}}$$

$$[CrO_4^{2-}] > 2,5 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$[Pb^{2+}] = 4,5 \times 10^{-3}$ mol/L; K_2CrO_4 é adicionado.



$$K_{PS} < [Pb^{2+}]^1 \times [CrO_4^{2-}]^1 \quad (\text{precipitação})$$

$$1,8 \times 10^{-14} < 4,5 \times 10^{-3} \times [CrO_4^{2-}]$$

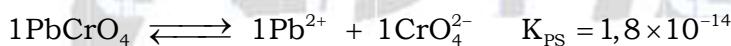
$$[CrO_4^{2-}] > \frac{1,8 \times 10^{-14}}{4,5 \times 10^{-3}}$$

$$[CrO_4^{2-}] > 4,0 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$$

Como $4,0 \times 10^{-12} \text{ mol/L} < 2,5 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$, conclui-se que $PbCrO_4$ precipita primeiro.

O segundo sal (Ag_2CrO_4) começará a precipitar quando $[CrO_4^{2-}] = 2,5 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$.

Então, analogamente para o $PbCrO_4$, vem:



$$K_{PS} = [Pb^{2+}]^1 \times [CrO_4^{2-}]^1 \quad (\text{precipitação})$$

$$1,8 \times 10^{-14} = [Pb^{2+}] \times 2,5 \times 10^{-6}$$

$$[Pb^{2+}] = \frac{1,8 \times 10^{-14}}{2,5 \times 10^{-6}}$$

$$[Pb^{2+}] = 7,2 \times 10^{-9} \text{ mol/L} \quad (\text{no exato momento em que o segundo sal começa a precipitar}).$$

5ª Questão (valor 1,0) – Coloque os seguintes ácidos em ordem decrescente de acidez: ácido fluoroacético, ácido metanossulfônico, ácido tricloroacético, ácido trifluoroacético e ácido trifluorometanossulfônico.

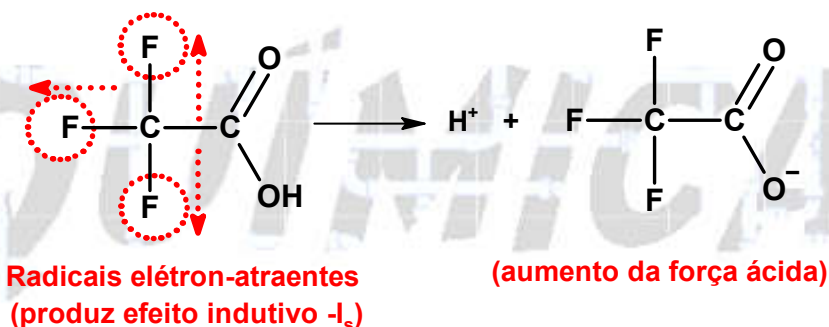
Resolução:

Quanto maior for o efeito indutivo negativo ($-I_s$), mais positivado ficará o átomo de oxigênio localizado no grupo OH da carboxila ou do grupo sulfônico e, conseqüentemente, o átomo de hidrogênio “será liberado” com mais facilidade em solução aquosa.

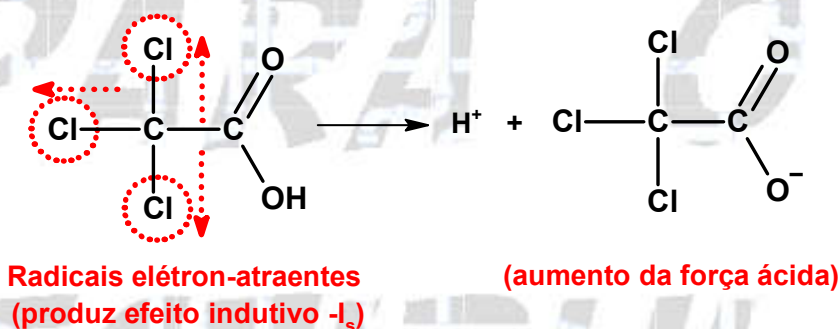
O ácido carboxílico trifluoroacético é mais forte do que o ácido carboxílico tricloroacético, pois o flúor é mais eletronegativo do que o cloro gerando um efeito indutivo negativo ($-I_s$) maior.

Já o ácido carboxílico tricloroacético é mais forte do que o ácido carboxílico fluoroacético, pois são três átomos de cloro, gerando um efeito indutivo negativo ($-I_s$) maior, contra um átomo de flúor.

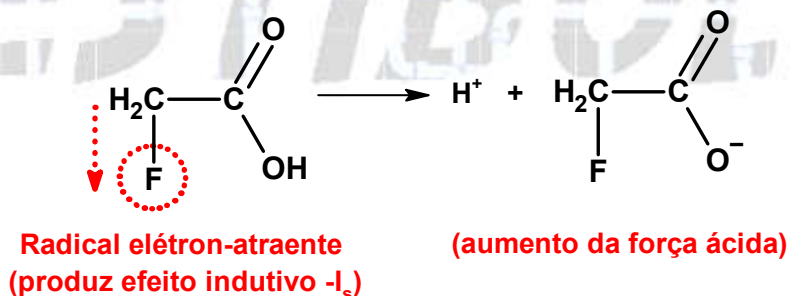
Ácido trifluoroacético



Ácido tricloroacético



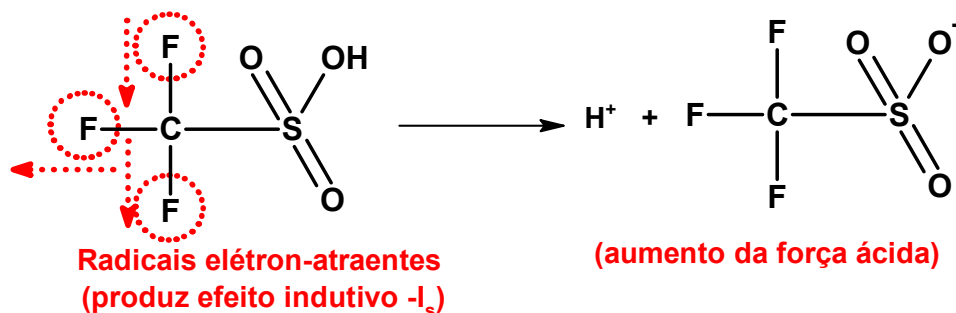
Ácido fluoroacético



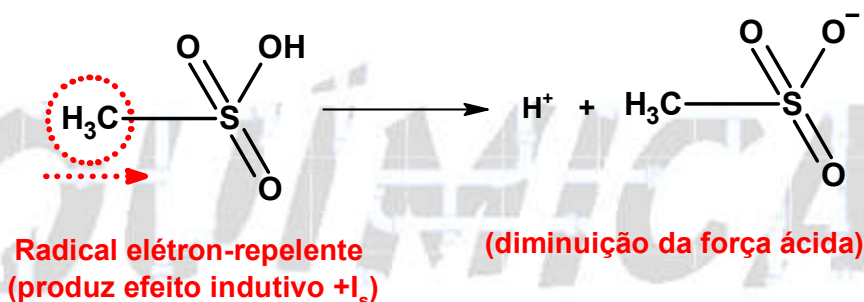
O efeito ressonante gerado pelo grupo $-\text{SO}_3\text{H}$ (sulfônico) é maior, comparativamente, ao efeito ressonante gerado pelo grupo $-\text{COOH}$ (carboxila), devido à maior quantidade de átomos de oxigênio ligados ao enxofre.

O ácido sulfônico trifluorometanossulfônico será mais forte do que o ácido sulfônico metanossulfônico, pois a presença dos três átomos de flúor produzirá um efeito indutivo negativo ($-I_s$) maior na estrutura.

Ácido trifluormetanossulfônico



Ácido metanossulfônico



A ordem decrescente de acidez é dada por : ácido trifluormetanossulfônico > ácido metanossulfônico > ácido trifluoroacético > ácido tricloroacético > ácido fluoracético.

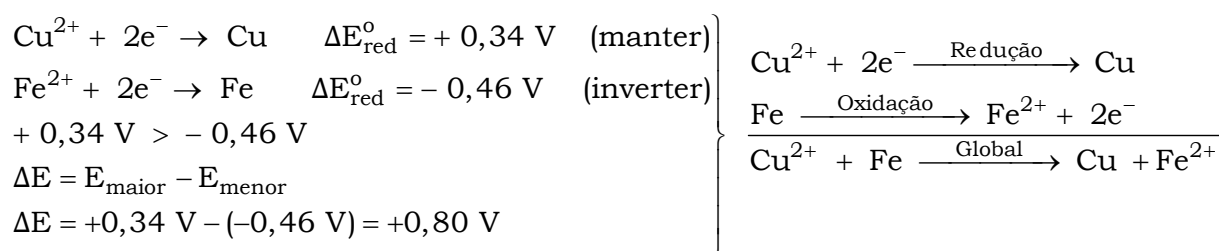
6ª Questão (valor 1,0) – Sabe-se que o íon cobre (II) tem tendência a reagir quase que totalmente com a amônia, em meio aquoso, formando o íon $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. A constante de equilíbrio dessa reação, denominada **constante de formação (K_f)**, permite avaliar a estabilidade desse íon na solução.

Considere uma célula voltaica, a 25 °C, em que uma semicélula é constituída por uma haste de cobre mergulhada em 50,0 mL de solução aquosa 0,20 mol/L de CuSO_4 e a outra por uma haste de ferro mergulhada em 50,0 mL de solução aquosa 0,25 mol/L de FeSO_4 . Adicionando-se 50,0 mL de solução aquosa 2,80 mol/L de NH_3 ao compartimento que contém CuSO_4 , obtém-se uma **fem** de 0,387 V na célula. Determine a constante de formação do $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

Resolução:

A semicélula é formada por hastes de cobre e ferro.

De acordo com os potenciais-padrão de redução fornecidos no cabeçalho da prova, vem:



A haste de cobre é mergulhada em 50,0 mL de solução aquosa 0,20 mol/L de CuSO_4 e a haste de ferro é mergulhada em 50,0 mL de solução aquosa 0,25 mol/L de FeSO_4 . Adicionando-se

50,0 mL de solução aquosa 2,80 mol/L de NH_3 ao compartimento que contém CuSO_4 , obtém-se uma **fem** de 0,387 V na célula.

A partir destas informações e utilizando a equação de Nernst, pode-se calcular a concentração dos íons Cu^{2+} .

$$\underbrace{[\text{FeSO}_4] = 0,25 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow [\text{Fe}^{2+}] = 0,25 \text{ mol.L}^{-1}}_{\text{(compartimento sem adição de outra solução)}}$$

$$E = E^\circ - \frac{0,059}{n} \log Q \quad (\text{equação de Nernst})$$

$n = 2$ mols (número de mols de elétrons transferidos)

Q: relação entre as concentrações dos cátions

$$E^\circ = +0,80 \text{ V}$$

$$E = +0,387 \text{ V}$$



$$0,387 \text{ V} = +0,80 \text{ V} - \frac{0,059}{2} \log \left(\frac{0,25 \text{ mol.L}^{-1}}{[\text{Cu}^{2+}]} \right)$$

$$(-0,413 \text{ V}) \times \frac{2}{0,059} = -\log \left(\frac{0,25 \text{ mol.L}^{-1}}{[\text{Cu}^{2+}]} \right)$$

$$\log \left(\frac{0,25 \text{ mol.L}^{-1}}{[\text{Cu}^{2+}]} \right) = 14$$

$$1 \log \left(\frac{2,5 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}}{[\text{Cu}^{2+}]} \right) = 14 \Rightarrow 10^{14} = \frac{2,5 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}}{[\text{Cu}^{2+}]}$$

$$[\text{Cu}^{2+}] = 2,5 \times 10^{-15} \text{ mol.L}^{-1} \quad (\text{equilíbrio})$$

$$[\text{NH}_3] = 2,80 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$V = 50 \text{ mL} = 0,05 \text{ L}$$

$$[\text{NH}_3] = \frac{n_{\text{NH}_3}}{V} \Rightarrow n_{\text{NH}_3} = [\text{NH}_3] \times V$$

$$n_{\text{NH}_3} = 2,80 \text{ mol.L}^{-1} \times 0,05 \text{ L} = 0,14 \text{ mol}$$

$$V_{\text{total}} = 50 \text{ mL} + 50 \text{ mL} = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

$$[\text{NH}_3]' = \frac{0,14 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 1,4 \text{ mol.L}^{-1} \quad (\text{inicial})$$

$$[\text{CuSO}_4] = [\text{Cu}^{2+}] = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$$

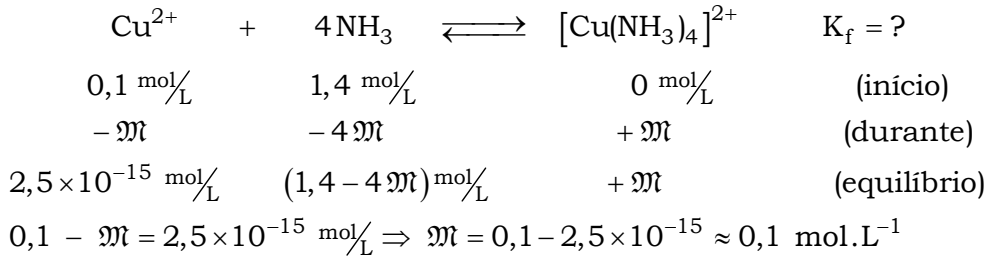
$$V_{\text{(solução de CuSO}_4)} = 50 \text{ mL} = 0,05 \text{ L}$$

$$n_{\text{Cu}^{2+}} = [\text{Cu}^{2+}] \times V_{\text{(solução de CuSO}_4)}$$

$$n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,20 \text{ mol.L}^{-1} \times 0,05 \text{ L} = 0,01 \text{ mol}$$

$$[\text{Cu}^{2+}]' = \frac{n_{\text{Cu}^{2+}}}{V_{\text{total}}} \Rightarrow [\text{Cu}^{2+}]' = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,1} = 0,1 \text{ mol.L}^{-1} \quad (\text{inicial})$$

Deve-se, então, analisar o equilíbrio de formação.

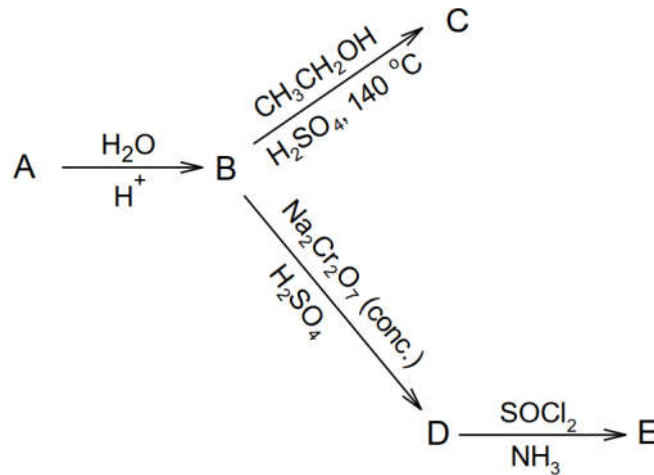


$$K_f = \frac{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}}{[\text{Cu}^{2+}]^1 \times [\text{NH}_3]^4}$$

$$K_f = \frac{0,1}{2,5 \times 10^{-15} \times \underbrace{(1,4 - 4 \times 0,1)^4}_1} = \frac{1}{2,5} \times 10^{14} = 0,4 \times 10^{14}$$

$$K_f = 4,0 \times 10^{13}$$

7ª Questão (valor 1,0) – Sabendo que a molécula A é um hidrocarboneto com massa molar 28 g/mol, determine as estruturas dos compostos A a E no esquema de reações abaixo:



Resolução:

A molécula A é descrita no esquema reacional fornecido como um hidrocarboneto que sofre hidratação. Para que isto ocorra a molécula tem que apresentar insaturação, ou seja, existem duas possibilidades: C = C ou C ≡ C. Então para a massa molar de 28 g/mol, vem:

$$C = 12; H = 1$$

$$C_nH_{2n} = 28 \quad (\text{alceno})$$

$$n \times 12 + 2n \times 1 = 28$$

$$14n = 28$$

$$n = 2 \Rightarrow C_2H_4 \quad (\text{eteno; } H_2C = CH_2)$$

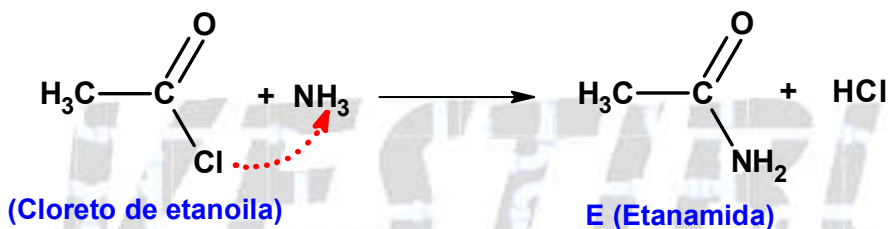
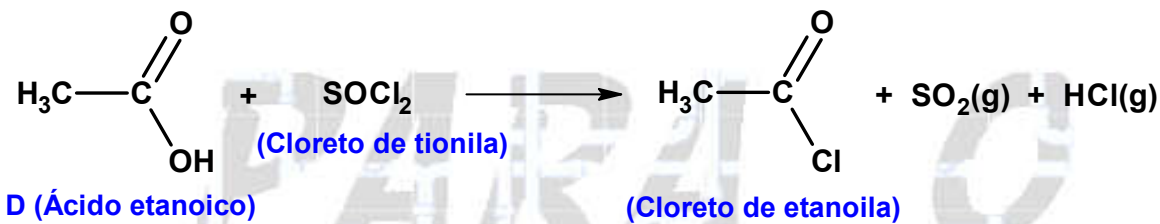
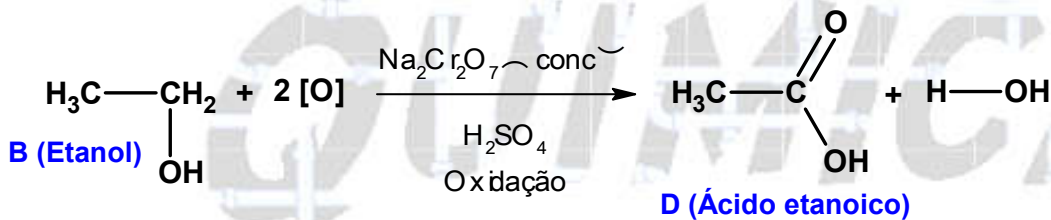
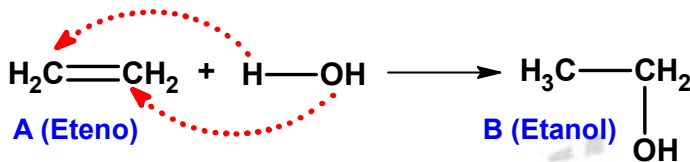
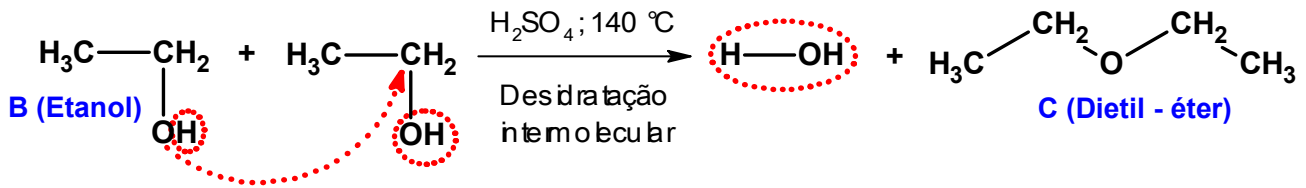
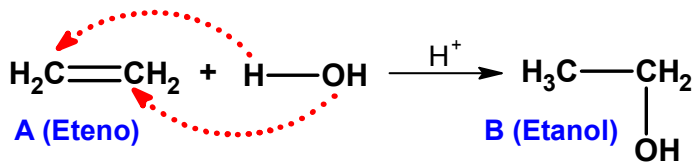
$$C_nH_{(2n-2)} = 28 \quad (\text{alcino})$$

$$n \times 12 + (2n - 2) \times 1 = 28$$

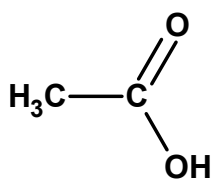
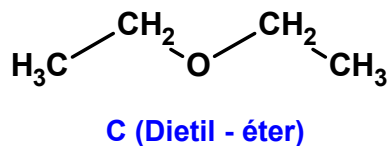
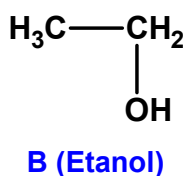
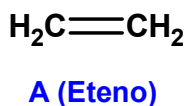
$$14n - 2 = 28$$

$$14n = 30$$

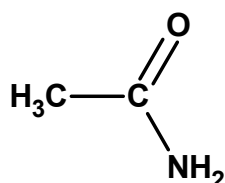
$$n = \frac{26}{14} = 2,143 \quad (\text{não convém})$$



Ou seja,



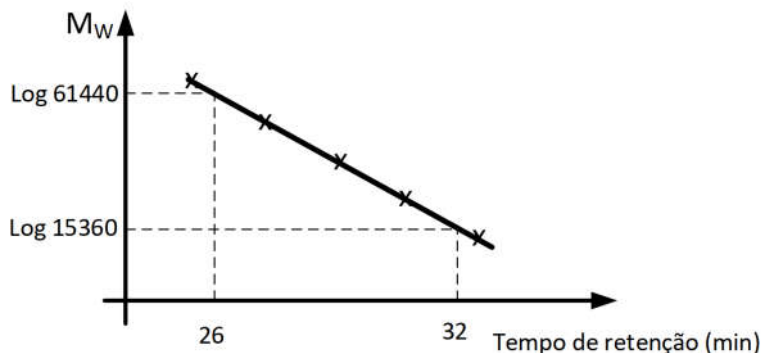
D (Ácido etanoico)



E (Etanamida)

9ª Questão (valor 1,0) – A massa molar de um polímero pode ser determinada por meio do tempo de retenção em coluna cromatográfica (cromatografia líquida), tendo por base uma curva de calibração, massa molar *versus* tempo de retenção, obtida por padrões de massa molar conhecida.

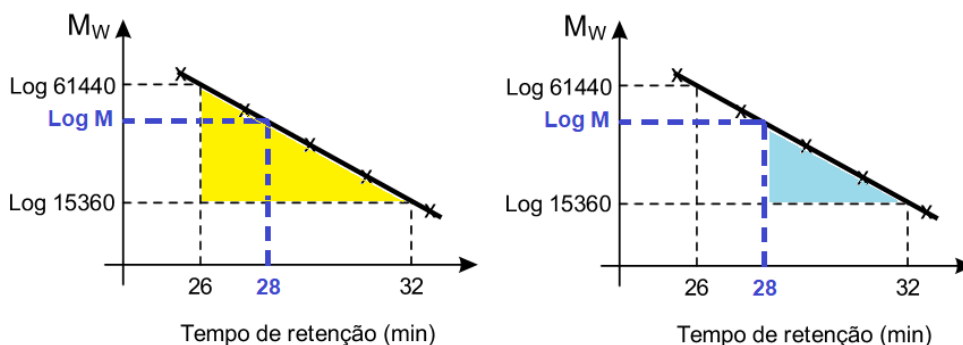
Considere a curva de calibração linear obtida com padrões de poli(metacrilato de metila) de massa molar (M_w) variável entre 15360 g/mol e 61440 g/mol, a seguir.



Considere agora um polímero obtido por meio da reação estequiométrica de esterificação entre o ácido tereftálico e o etileno glicol. Se esse polímero apresenta um tempo de retenção de 28 minutos, determine a massa de água, em quilogramas, que deve ser retirada do meio reacional, de forma que o equilíbrio da reação de esterificação seja deslocado completamente para o lado dos produtos.

Resolução:

A partir da curva de calibração linear obtida com padrões de poli(metacrilato de metila) de massa molar (M_w) pode-se determinar a massa molar deste polímero analisando-se a semelhança entre os triângulos retângulos formados na figura.



$$61440 = 4 \times 15360; \text{Log } 2 = 0,3 \text{ (dado)}$$

Por semelhança, vem:

$$\frac{\text{Log } 61440 - \text{Log } 15360}{\text{Log } M - \text{Log } 15360} = \frac{32 - 26}{32 - 28} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{\text{Log} \left(\frac{61440}{15360} \right)}{\text{Log} \left(\frac{M}{15360} \right)} = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{\overbrace{2 \times \log 2}^{2 \times 0,3 = 0,6}}{\text{Log } 4} = \frac{3}{2}$$

$$\text{Log} \left(\frac{M}{15360} \right) = \frac{2 \times 0,6}{3} = 0,4$$

$$\frac{M}{15360} = 10^{0,4}$$

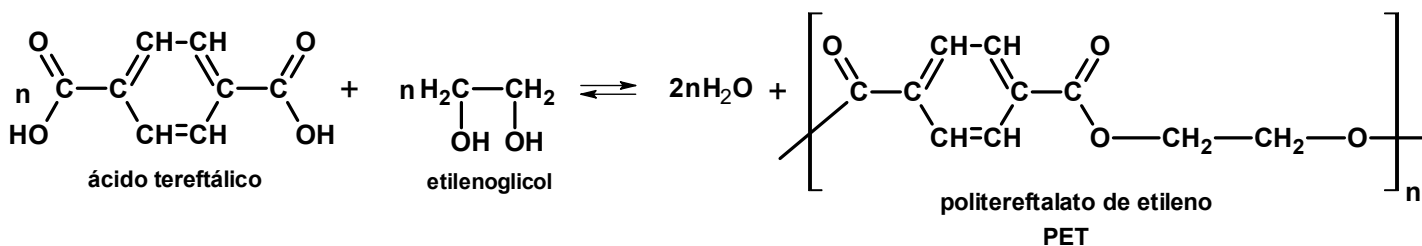
$$10^{0,4} = 2,5 \text{ (dado)}$$

$$\frac{M}{15360} = 2,5$$

$$M = (2,5 \times 15360) \text{ g/mol} = 38400 \text{ g/mol}$$

De acordo com a curva de calibração, após 28 minutos tem-se 38400 g de poli(metacrilato de metila), supondo que a inclinação da curva deste polímero seja muito próxima à inclinação da curva obtida para o PET, a massa molar utilizada pode ser a mesma.

Reação estequiométrica de esterificação entre o ácido tereftálico e o etileno glicol produzindo PET (deslocada completamente para a direita):



$$(C_{10}H_8O_4)_n = (10 \times 12 + 8 \times 1 + 4 \times 16) \times n$$

$$M_{\text{PET}} = 192n$$

$$38400 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = n \times 192 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n = \frac{38400 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{192 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 200 \text{ mol}$$

$$n_{\text{água}} = 2n \text{ mol} = 2 \times 200 \text{ mol} = 400 \text{ mol}$$

$$m_{\text{água}} = 400 \times 18 \text{ g} = 7200 \text{ g}$$

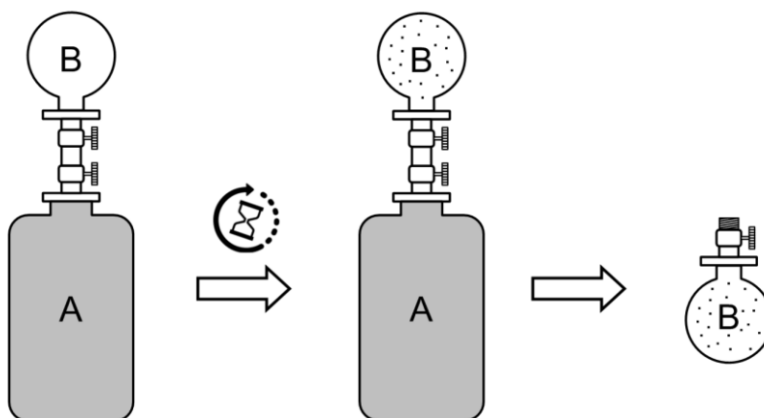
$$m_{\text{água}} = 7,2 \text{ kg}$$

10ª Questão (valor 1,0) – Um recipiente **A**, dotado de uma válvula na parte superior, está totalmente preenchido por uma solução de n mols de CO_2 em 1800 g de água. O recipiente **A** foi, então, conectado ao recipiente **B** previamente evacuado, fechado por válvula e com volume de 1,64 L. Em um dado momento, as válvulas foram abertas deixando o sistema nesta condição durante tempo suficiente para atingir o equilíbrio. Após o equilíbrio, as válvulas foram fechadas e os recipientes foram desconectados.

Sabendo-se que:

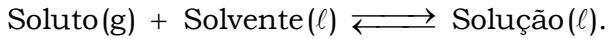
- todo o processo ocorreu à temperatura constante de 300 K;
- a constante de Henry para a solubilidade do CO_2 na água, K_H , expressa em fração molar vale $1/30 \text{ atm}^{-1}$;
- a variação de volume da fase líquida pode ser desprezada;
- o gás tem comportamento ideal.

Calcule o número de mols de CO_2 que migraram para o recipiente **B** em função de n .

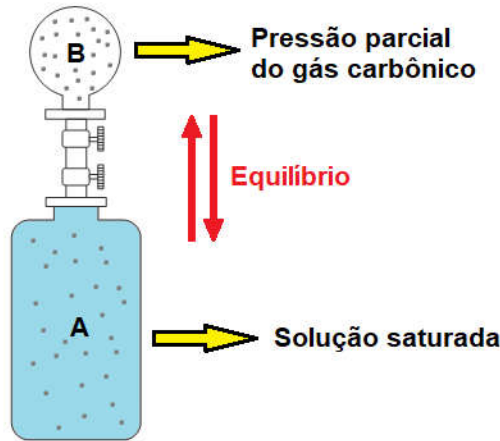


Resolução:

O gás carbônico (CO₂) se dissolve na água conforme o equilíbrio:



Um aumento de pressão favorece o deslocamento para a direita e conseqüente formação da solução.



A solubilidade do gás carbônico (CO₂) dissolvido em água é proporcional à pressão parcial do gás carbônico (B) acima da água, ou seja, a Lei de Henry é obedecida.

A lei de Henry é aplicada quando o gás não interage fortemente com o solvente e a pressão parcial e a concentração do soluto são baixas, ou seja, quando o gás e a solução são ideais.

Cálculo de $n_{\text{água}}$:

$$M_{\text{água}} (\text{H}_2\text{O}) = (2 \times 1 + 1 \times 16) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{\text{água}} = 1.800 \text{ g}$$

$$n_{\text{água}} = \frac{m_{\text{água}}}{M_{\text{água}}} = \frac{1.800 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 100 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{água}} = 100 \text{ mol}$$

Cálculo da pressão parcial (p):

$$V_B = 1,64 \text{ L}$$

$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

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

n_B = número de mols de CO₂ que "migraram" para o recipiente B

$$p \times V_B = n_B \times R \times T \Rightarrow p = n_B \times \frac{R \times T}{V_B}$$

$$p = n_B \times \frac{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}}{1,64 \text{ L}}$$

$$p = 15 n_B \text{ atm}$$

n : número de mols de CO₂ dissolvido em água antes das válvulas serem abertas

n_{CO_2} : número de mols dissolvido em água no equilíbrio

$$n_{\text{CO}_2} = n - n_B$$

$$n_{\text{total}} = n_{\text{CO}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}}$$

Como n_{CO_2} é um valor muito pequeno :

$$n_{\text{total}} = \cancel{n_{\text{CO}_2}} + n_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$n_{\text{total}} \approx n_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$X_{\text{CO}_2} = \frac{n - n_{\text{B}}}{n_{\text{total}}}$$

$$X_{\text{CO}_2} = \frac{n - n_{\text{B}}}{n_{\text{H}_2\text{O}}}$$

Pela lei de Henry, vem :

$$X_{\text{CO}_2} = K_{\text{H}} \times p$$

$$\frac{n - n_{\text{B}}}{n_{\text{H}_2\text{O}}} = K_{\text{H}} \times p \quad (\text{I})$$

Substituindo os valores de $n_{\text{água}}$ (100 mol), K_{H} ($\frac{1}{30} \text{ atm}^{-1}$) e p ($15 n_{\text{B}} \text{ atm}$) em (I), vem :

$$\frac{n - n_{\text{B}}}{n_{\text{H}_2\text{O}}} = K_{\text{H}} \times p$$

$$\frac{(n - n_{\text{B}}) \text{ mol}}{100 \text{ mol}} = \frac{1}{30} \text{ atm}^{-1} \times 15 n_{\text{B}} \text{ atm}$$

$$n - n_{\text{B}} = \frac{100 \times 15}{30} \times n_{\text{B}}$$

$$n - n_{\text{B}} = 50 n_{\text{B}}$$

$$51 n_{\text{B}} = n$$

$$n_{\text{B}} = \frac{n}{51} \Rightarrow n_{\text{B}} \approx 0,02n$$