



Resolução da Prova de Química

**Instituto Tecnológico
de Aeronáutica**



Nossos Principais Resultados

IME / ITA

2009 – 18 aprovações
2010 – 16 aprovações
2011 – 15 aprovações
2012 – 17 aprovações
2013 – 25 aprovações
2014 – 26 aprovações
2015 – 24 aprovações

Aprovados IME 2015

Alexandre Lima Meuren
Allyson Mikael Alves
Amon Rhaniery Brito Machado
André Luis de Alcantara Ramos
Arturo de Souza
Bruno Doria Milanez
Eric Toshio Endo Soares
Gabriel Sena Galvão
Guilherme Oliveira Dias dos Santos
Leonardo Gomes Gonçalves
Lucas Diniz de Andrade Pereira
Maria Clara Sagratzki Soares
Matheus Oliveira Franca
Natalia Maria Salgado Costa Moreira
Rafael Araujo França
Thiago Menck Pfeifer Macedo
Vinicius da Silva Gonzales
Vitor Amor Wolfgram
Yuhzo Uchigasaki Breyer

Aprovados ITA 2015

Gabriel Sena Galvão
Lucas Diniz de Andrade Pereira
Matheus Oliveira França
Vinicius da Silva Gonzales
Yuhzo Uchigasaki Breyer

Aprovados IME 2016

Alexandre Marne Webster
Alexandre Tabosa Santiago
Danilo Marinho Fernandes
Danilo Ramos Rodrigues Figueiredo
Eduardo Willrich Padilha Padovany
Helena Santos Brandão
Leonardo Gomes Gonçalves
Lucas Gabriel Lima Lopes
Lucas José Veloso de Souza
Rafael Ribeiro de Santana
Renan Bispo Salvador
Thallyo Yuri Caetano Pereira
Thiago Rodrigues de Oliveira Tonaco
Victor Gabriel Morele Duarte

Aprovados ITA 2016

Felipe dos Santos Bonfim
Lucas Gabriel Lima Lopes
Renan Bispo Salvador

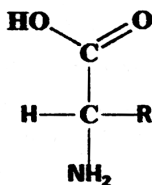
Concurso de Bolsas 19 Dezembro

Inscrições Abertas!

QUESTÃO 1. Aminoácidos são compostos orgânicos que contêm um grupo amina e um grupo carboxílico. Nos α -aminoácidos, os dois grupos encontram-se nas extremidades da molécula e entre eles há um átomo de carbono, denominado carbono- α , que também está ligado a um grupo R, conforme a figura.

Considere os seguintes aminoácidos:

- I. Alanina, em que $R = \text{CH}_3$.
- II. Asparagina, em que $R = \text{CH}_2\text{CONH}_2$.
- III. Fenilalanina, em que $R = \text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$.
- IV. Glicina, em que $R = \text{H}$.
- V. Serina, em que $R = \text{CH}_2\text{OH}$.

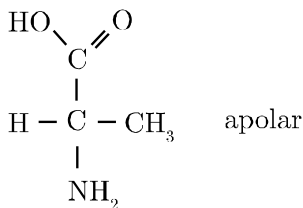


Assinale a opção que contém o(s) aminoácido(s) que possui(em) grupo(s) R polar(es).

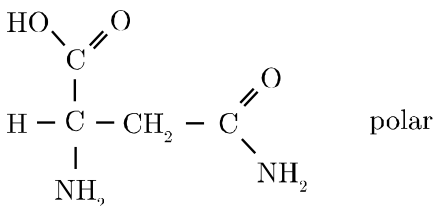
- a) Alanina e Fenilalanina
- b) Asparagina e Glicina
- c) Asparagina e Serina
- d) Fenilalanina
- e) Glicina, Fenilalanina e Serina

RESPOSTA: Alternativa C

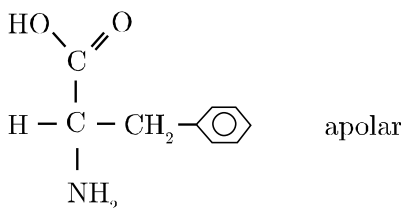
I. Alanina



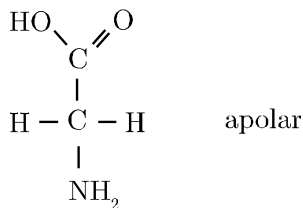
II. Asparagina



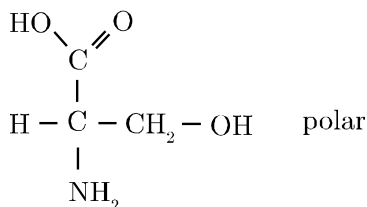
III. Fenilalanina



IV. Glicina



V. Serina



QUESTÃO 2. Considere as seguintes proposições a respeito dos valores, em módulo, da energia de orbitais atômicos 2s e 2p:

- I. $|E_{2s}| = |E_{2p}|$ para o átomo de hidrogênio.
II. $|E_{2s}| = |E_{2p}|$ para o íon de hélio carregado com uma carga positiva.
III. $|E_{2s}| > |E_{2p}|$ para o átomo de hélio.

Das proposições acima, está(ão) CORRETA(S)

- a) apenas I.
b) apenas II.
c) apenas III.
d) apenas I e III.
e) todas.

RESPOSTA: Alternativa E

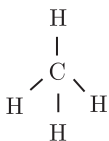
I e II. Corretos. Para as espécies hidrogenóides os orbitais de um mesmo nível apresentam a mesma energia, conforme a equação de Bhor.

III. Correto. Para os átomos, quanto mais próximo ao núcleo menor será a energia do orbital (mais negativa), logo o $|E_{2s}| > |E_{sp}|$.

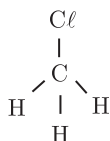
QUESTÃO 3. Entre as substâncias CH_4 , CH_3Cl , CH_2Br_2 , CH_2Cl_2 , CHBr_3 e CBr_4 ,

- CBr_4 é a de maior ponto de ebulição.
- CH_2Br_2 é mais volátil que o CH_2Cl_2 .
- CHBr_3 tem maior pressão de vapor que o CH_3Cl .
- CH_4 é a de maior força de interação intermolecular.
- quatro destas moléculas são apolares.

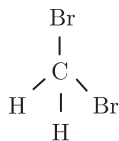
RESPOSTA: Alternativa A



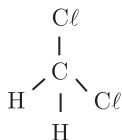
MM = 16 g/mol



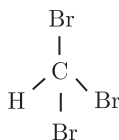
MM = 50,5 g/mol



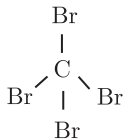
MM = 174 g/mol



MM = 85 g/mol



MM = 253 g/mol



MM = 332 g/mol

Quanto maior a massa, maior o ponto de ebulição.

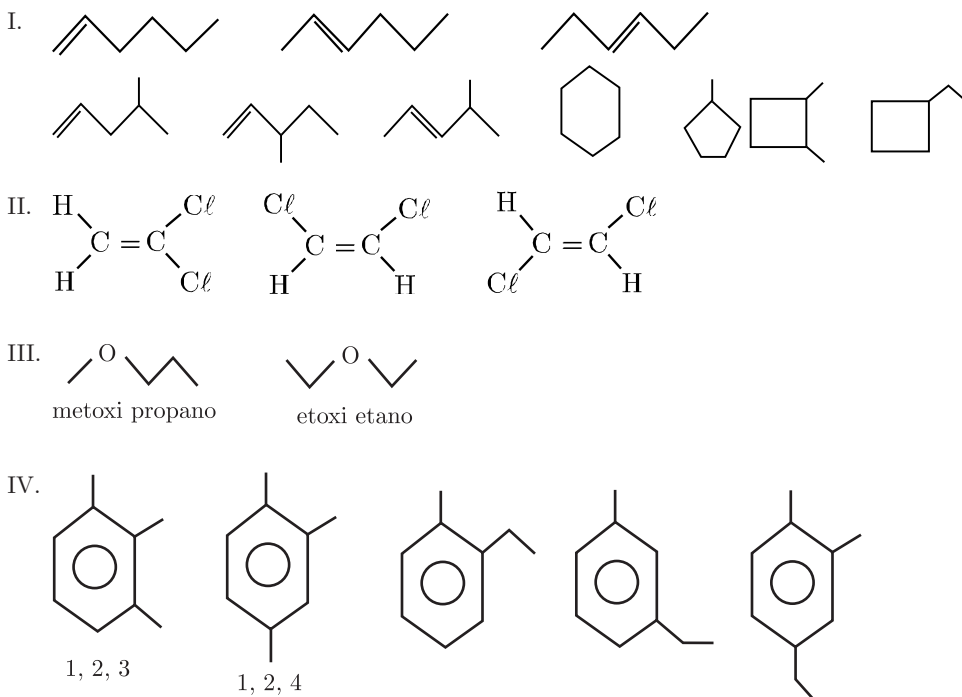
QUESTÃO 4. Considere as proposições a seguir:

- I. O alceno C_6H_{12} apresenta cinco isômeros.
- II. Existem três diferentes compostos com a fórmula $C_2H_2Cl_2$.
- III. Existem quatro diferentes éteres com a fórmula molecular $C_4H_{10}O$.
- IV. O trimetilbenzeno tem três isômeros estruturais.

Das proposições acima estão CORRETAS

- a) apenas I, II e IV.
- b) apenas I e III.
- c) apenas II, III e IV.
- d) apenas II e IV.
- e) todas.

RESPOSTA: Alternativa A



QUESTÃO 5. Um recipiente de 240 L de capacidade contém uma mistura dos gases ideais hidrogênio e dióxido de carbono, a 27 °C. Sabendo que a pressão parcial do dióxido de carbono é três vezes menor que a pressão parcial do hidrogênio e que a pressão total da mistura gasosa é de 0,82 atm, assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, as massas de hidrogênio e de dióxido de carbono contidas no recipiente.

- a) 2 g e 44 g
- b) 6 g e 44 g
- c) 8 g e 88 g
- d) 12 g e 88 g
- e) 16 g e 44 g

RESPOSTA: Alternativa D

240 L H_2 CO_2	$\left\{ \begin{array}{l} P_{H_2} = 3P_{CO_2} \\ P_{H_2} + P_{CO_2} = 0,82 \text{ atm} \end{array} \right.$ $3P_{CO_2} + P_{CO_2} = 0,82$ $P_{CO_2} = 0,205 \text{ atm}$ $P_{H_2} = 0,615 \text{ atm}$
300 K	

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

Para CO_2 :

$$0,205 \cdot 240 = \frac{m_{CO_2}}{44} \cdot 0,082 \cdot 300$$

$$m_{CO_2} = 88 \text{ g}$$

Para H_2 :

$$0,615 \cdot 240 = \frac{m_{H_2}}{2} \cdot 0,082 \cdot 300$$

$$m_{H_2} = 12 \text{ g.}$$

QUESTÃO 6. Deseja-se aquecer 586 g de água pura da temperatura ambiente até 91 °C, em pressão ambiente. Utilizando um forno de micro-ondas convencional que emite radiação eletromagnética com frequência de 2,45 GHz e considerando a capacidade calorífica da água constante e igual a 4,18 J g⁻¹ °C⁻¹, assinale a alternativa que apresenta o número aproximado de fótons necessário para realizar este aquecimento.

- a) 3×10^{27}
- b) 4×10^{28}
- c) 1×10^{29}
- d) 5×10^{30}
- e) 2×10^{31}

RESPOSTA: Alternativa C

Calor necessário para aquecer a água:

$$Q = mc \Delta T$$

$$Q = 586 \cdot 4,18 \cdot (91 - 25) \Rightarrow$$

$$Q = 586 \cdot 4,18 \cdot 66 \Rightarrow$$

$$Q = 161.665,68 \text{ J} = 1,6166568 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Energia de 1 fóton:

$$E = hf$$

$$E = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 2,45 \cdot 10^9$$

$$E = 1,624 \cdot 10^{-24} \text{ J}$$

Número de fótons necessário:

$$x \text{ ———— } 1,6166568 \cdot 10^5$$

$$1 \text{ ———— } 1,624 \cdot 10^{-24}$$

$$x \cong 1 \cdot 10^{29}$$

QUESTÃO 7. Considere um recipiente de 320 L, ao qual são adicionados gases ideais nas seguintes condições:

I. Hélio: 30.000 cm³ a 760 mmHg e 27 °C

II. Monóxido de carbono: 250 L a 1.140 mmHg e - 23 °C

III. Monóxido de nitrogênio: 2 m³ a 0,273 atm e 0 °C

Sabendo que a pressão total da mistura gasosa é de 4,5 atm, assinale a opção que apresenta a pressão parcial do hélio na mistura gasosa.

- a) 0,1 atm
- b) 0,2 atm
- c) 0,5 atm
- d) 1,0 atm
- e) 2,0 atm

RESPOSTA: Alternativa D

Hélio:

$$p = 7600 \text{ mmHg} = 10 \text{ atm}$$

$$V = 30 \text{ L}; T = 27 \text{ °C} = 300 \text{ K}; R = 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$PV = nRT \Rightarrow 10 \cdot 30 = n \cdot 0,082 \cdot 300 \Rightarrow n \approx 12,2 \text{ mols}$$

CO₂:

$$p = 1.140 \text{ mmHg} = 1,5 \text{ atm}$$

$$V = 250 \text{ L}; T = - 23 \text{ °C} = 250 \text{ K}; R = 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$PV = nRT \Rightarrow 1,5 \cdot 250 = n \cdot 0,082 \cdot 250 \Rightarrow n = 18,3 \text{ mols}$$

N₂O:

$$p = 0,273 \text{ atm}; V = 2 \text{ m}^3 = 2.000 \text{ L}$$

$$T = 0 \text{ °C} = 273 \text{ K}; R = 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$PV = nRT \Rightarrow 0,273 \cdot 2000 = n \cdot 0,082 \cdot 273 \Rightarrow n = 24,4 \text{ mols}$$

Pressão Parcial de He:

$$n_T = 12,2 + 18,83 + 24,4 = 55,43$$

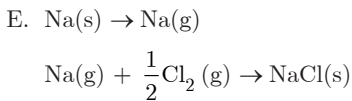
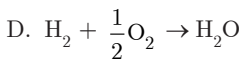
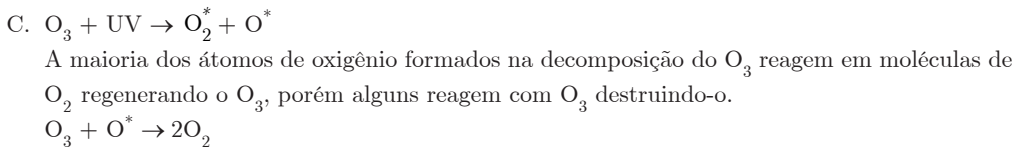
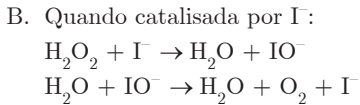
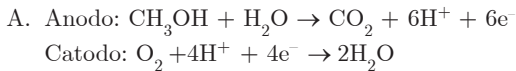
$$X_{\text{He}} = \frac{n_{\text{He}}}{n_T} = \frac{12,2}{55,4} = 0,22$$

$$P_{\text{He}} = n \cdot P_T \Rightarrow P_{\text{He}} = 0,22 \cdot 4,5 = 0,99 \cong 1 \text{ atm}$$

QUESTÃO 8. Dentre os processos químicos abaixo, assinale aquele que ocorre em uma única etapa elementar.

- a) Eletrólise do metanol
- b) Decomposição do peróxido de hidrogênio
- c) Fotodecomposição do ozônio
- d) Produção de água a partir de $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{O}_2(\text{g})$
- e) Produção de cloreto de sódio a partir de $\text{Na}(\text{s})$ e $\text{Cl}_2(\text{g})$

RESPOSTA: Alternativa D



QUESTÃO 9. Considere as seguintes proposições:

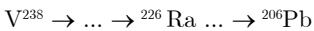
- I. Massa crítica representa a massa mínima de um nuclídeo físsil em um determinado volume necessária para manter uma reação em cadeia.
- II. Reações nucleares em cadeia referem-se a processos nos quais elétrons liberados na fissão produzem nova fissão em, no mínimo, um outro núcleo.
- III. Os núcleos de ^{226}Ra podem sofrer decaimentos radioativos consecutivos até atingirem a massa de 206 (chumbo), adquirindo estabilidade.

Das proposições acima, está(ão) CORRETA(S)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas I e III.

RESPOSTA: Alternativa E

- I. Correto.
- II. Errado, pois são liberados nêutrons.
- III. Correto.



QUESTÃO 10. São feitas as seguintes proposições a respeito da produção de biocombustíveis:

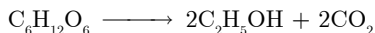
- I. A hidrólise ácida de triacilgliceróis é a etapa final na produção do biodiesel.
- II. Etanol é comumente produzido por processo de fermentação, o qual gera CO_2 como subproduto.
- III. Na síntese do bioquerosene, podem ser utilizados ácidos graxos com cadeias lineares ou cíclicas, saturadas ou insaturadas.

Das proposições acima, está(ão) CORRETAS(S)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas II e III.

RESPOSTA: Alternativa B

- I. Errada: etapa inicial da via ácida.
- II. Correto.



- III. Errado: ácidos graxos possuem apenas cadeias lineares, saturadas ou insaturadas.

QUESTÃO 11. Considere as seguintes proposições:

- I. A propriedade básica associada ao fracionamento do petróleo é o ponto de ebulição.
- II. Em geral, no craqueamento térmico do petróleo ocorre formação de radicais livres por meio da quebra de ligação homolítica, enquanto que no craqueamento catalítico ocorre a ruptura heterolítica.
- III. Metano não é produzido na destilação fracionada do petróleo.
- IV. Indústria petroquímica é o termo utilizado para designar o ramo da indústria química que utiliza derivados de petróleo como matéria-prima para a fabricação de novos materiais, como medicamentos, fertilizantes e explosivos.
- V. Os rendimentos de derivados diretos do petróleo no processo de destilação fracionada não dependem do tipo de petróleo utilizado.

Das proposições acima são CORRETAS

- a) apenas, I, II e IV.
- b) apenas I, III, IV e V.
- c) apenas I, III e V.
- d) apenas II, IV e V.
- e) todas

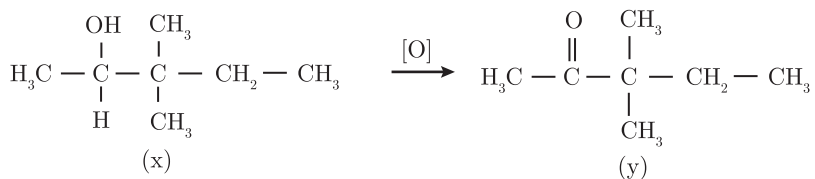
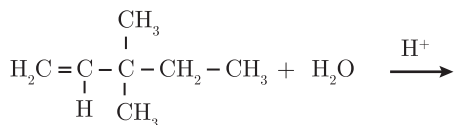
RESPOSTA: Alternativa A

- I. Correto.
- II. Correto.
- III. Errado.
- IV. Correto.
- V. Errado.

QUESTÃO 12. O composto 3,3-dimetil-1-penteno reage com água em meio ácido e na ausência de peróxidos, formando um composto X que, a seguir, é oxidado para formar um composto Y. Os compostos X e Y formados preferencialmente são, respectivamente,

- um álcool e um éster.
- um álcool e uma cetona.
- um aldeído e um ácido carboxílico.
- uma cetona e um aldeído.
- uma cetona e um éster.

RESPOSTA: Alternativa B



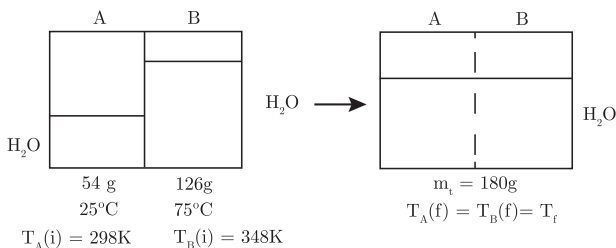
QUESTÃO 13. Um recipiente de paredes adiabáticas e de volume constante contém duas amostras de água pura separadas por uma parede também adiabática e de volume desprezível. Uma das amostras consiste em 54 g de água a 25 °C e, a outra, em 126 g a 75 °C. Considere que a parede que separa as amostras é retirada e que as amostras de água se misturam até atingir o equilíbrio. Sobre esse processo são feitas as seguintes afirmações:

- I. A temperatura da mistura no equilíbrio é de 323 K.
- II. A variação de entalpia no processo é nula.
- III. A variação de energia interna no processo é nula.
- IV. A variação de entropia no processo é nula.

Assinale a opção que apresenta a(s) afirmação(ões) CORRETA(S) sobre a mistura das amostras de água.

- a) Apenas I.
- b) Apenas I e II.
- c) Apenas II e III.
- d) Apenas III e IV.
- e) Apenas IV.

RESPOSTA: Alternativa C



$$Q_A + Q_B = 0$$

$$Q_A = -Q_B$$

$$m_A \cancel{c} \Delta T_A = -m_B \cancel{c} \Delta T_B$$

$$54 (T_f - 298) = 126 (348 - T_f)$$

$$54 T_f - 16.092 = 43.848 - 126 T_f$$

$$180 T_f = 59.940$$

$$T_f = 333 \text{ K}$$

- I. Errado: a temperatura final é 333K.
- II. Certo.
- III. Certo.
- IV. Errado: ao remover a parede, a desordem do sistema aumenta, portanto $\Delta S > 0$.

QUESTÃO 14. São feitas as seguintes proposições a respeito de propriedades coligativas:

- I. A pressão osmótica depende do tipo de solvente para um dado soluto.
- II. A criometria usa o abaixamento do ponto de congelamento do solvente para medir a massa molar do soluto.
- III. Na ebulliometria, a variação da temperatura de ebulição depende da concentração molal de soluto não volátil utilizado.
- IV. Na tonometria, ocorre abaixamento da pressão de vapor de uma solução que contém um soluto não volátil, em relação ao solvente puro.

Das proposições acima é(são) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas I e III
- c) apenas II, III e IV.
- d) apenas II e IV.
- e) todas.

RESPOSTA: Alternativa C

- I. Errado: A pressão osmótica depende de um tipo de soluto (eletrólito ou não eletrólito) para um dado solvente.
- II. Correto.
- III. Correto.
- IV. Correto.

QUESTÃO 15. Em temperatura ambiente, adicionou-se uma porção de ácido clorídrico 6 mol L^{-1} a uma solução aquosa contendo os íons metálicos Co^{2+} , Cu^{2+} , Hg_2^{2+} e Pb^{2+} . Assinale a opção que apresenta os íons metálicos que não foram precipitados.

- a) Co^{2+} e Cu^{2+}
- b) Co^{2+} e Hg_2^{2+}
- c) Cu^{2+} e Hg_2^{2+}
- d) Cu^{2+} e Pb^{2+}
- e) Hg_2^{2+} e Pb^{2+}

RESPOSTA: Alternativa A

A adição de uma porção de ácido clorídrico a uma solução aquosa contendo os íons metálicos irá precipitar os cloretos insolúveis. No caso, os cloretos de Hg_2^{2+} e Pb^{2+} .

Logo, os íons metálicos não precipitados são Co^{2+} e Cu^{2+} .

QUESTÃO 16. Considere dadas as constantes de dissociação ácida (k_a) ou básica (k_b) das seguintes substâncias, a 25 °C: fenol (C_6H_5OH), $k_a = 1 \cdot 10^{-10}$ e anilina ($C_6H_5NH_2$), $K_B = 7 \cdot 10^{-10}$.

Sobre o pH de soluções aquosas dessas substâncias são feitas as seguintes afirmações:

- I. A solução aquosa de fenol a $1 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ tem $\text{pH} < 5$.
- II. A solução aquosa de anilina a $1 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ tem $\text{pH} > 9$.
- III. Ambas as soluções aquosas a $1 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ têm pH aproximadamente iguais.

Das afirmações acima está(ão) CORRETA(S)

- a) apenas I.
- b) apenas I e II.
- c) apenas II.
- d) apenas II e III.
- e) apenas III.

RESPOSTA: Alternativa C

$$K_a = M\alpha^2$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{10^{-10}}{10^{-4}}} = 10^{-3}$$

$$[H^+] = 10^{-4} \cdot 10^{-3} = 10^{-7} + 10^{-7} = 2 \times 10^{-7}$$

6,7

$$\alpha = \sqrt{\frac{7 \cdot 10^{-10}}{10^{-4}}} = \sqrt{7} \cdot 10^{-3}$$

$$[OH^-] = \sqrt{7} \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-4} = 2,6 \cdot 10^{-7} + 10^{-7} = 3,6 \cdot 10^{-7}$$

pOH = 6,4

pH = 7,6

Por se tratarem de soluções de ácido fraco e de base fraca, nota-se que foi necessário utilizar o H^+ da autoionização da água e os valores de pH, conseqüentemente deram muito próximos do pH neutro.

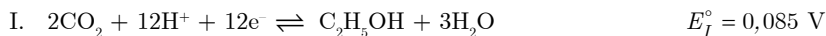
QUESTÃO 17. Sobre indicadores de pH, é ERRADO afirmar que

- a) são ácidos ou bases fracas.
- b) em solução aquosa são usados como tampão.
- c) geralmente possuem anéis aromáticos em sua estrutura molecular.
- d) devem apresentar mínima interferência no sistema químico de interesse.
- e) respondem à presença de íons hidrogênio em solução aquosa por deslocamento de equilíbrio entre as formas associada e ionizada.

RESPOSTA: Alternativa B

Indicador é usado para “indicar” a variação do pH da solução, portanto não pode tamponá-lo.

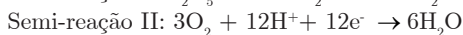
QUESTÃO 18. Considere as seguintes semirreações de oxirredução e seus respectivos potenciais padrão na escala do eletrodo padrão de hidrogênio (EPH):



Assinale a opção que apresenta a afirmação ERRADA sobre uma célula eletroquímica em que a semirreação I ocorre no anodo e a semireação II, no catodo.

- A reação global é exotérmica.
- Trata-se de uma célula a combustível.
- O potencial padrão da célula é de 1,144 V.
- O trabalho máximo que pode ser obtido é, em módulo, de 4.171 kJ por mol de etanol.
- A célula converte energia livre da reação de combustão do etanol em trabalho elétrico.

RESPOSTA: Alternativa D



$$\text{ddp} = (1,229) - (0,085)$$

$$\text{ddp} = 1,144 \text{ V}$$

pilha \Rightarrow libera energia elétrica ($\Delta H < 0$)

trabalho $\Rightarrow \omega = -nFE$

$$\omega = -(12) \cdot (96500) \cdot (1,144) \cdot 10^{-3}$$

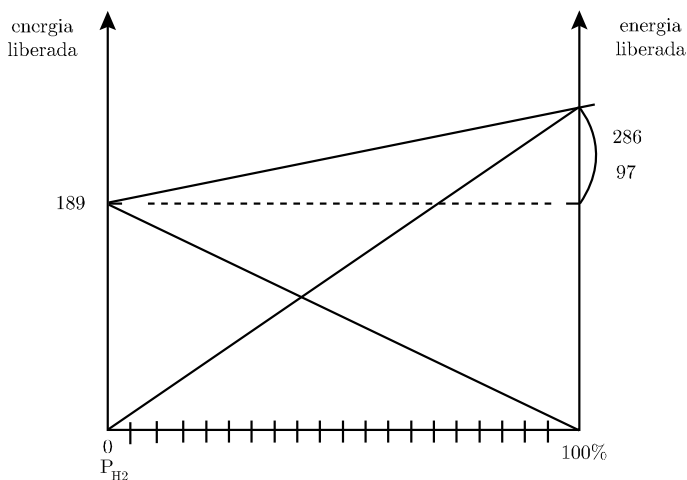
$$\omega = - 1325 \text{ kJ/mol}$$

QUESTÃO 19. O perclorato de amônio (PA) é um dos componentes mais utilizados em propelentes de foguetes. Para aperfeiçoar seu desempenho, hidrogênio pode ser utilizado como aditivo. Considere dadas as entalpias de combustão destas espécies: $\Delta H_{c,PA} = -189 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\Delta H_{c,H_2} = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Com base nessas informações, assinale a opção que apresenta a equação linear da variação da entalpia de combustão da mistura de PA com H_2 em função da quantidade de H_2 .

- a) $y = -0,48x + 189$
 b) $y = -0,48x - 189$
 c) $y = -0,48x + 208$
 d) $y = -0,97x - 189$
 e) $y = -0,97x - 208$

RESPOSTA: Alternativa D

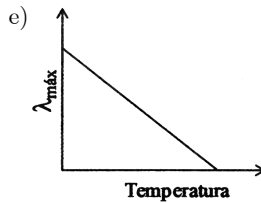
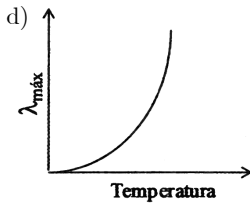
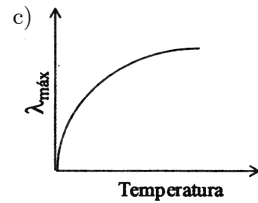
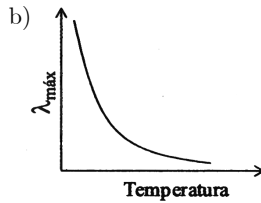
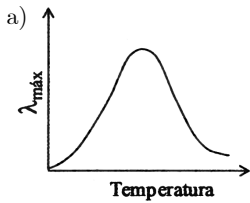


A equação da reta, portanto, será:

$$y = -0,97x - 189$$

onde x é a porcentagem molar de H_2 na mistura.

QUESTÃO 20. Um dado material sólido em equilíbrio térmico emite radiação semelhante a de um corpo negro. Assinale a opção que apresenta a curva que expressa a relação experimental CORRETA entre o comprimento de onda do máximo de emissão ($\lambda_{m\acute{a}x}$) e a temperatura desse material.



RESPOSTA: Alternativa B

Existe uma relação entre a temperatura do corpo negro e o comprimento de onda correspondente à emissão máxima do corpo, sendo essa relação é de proporcionalidade inversa.

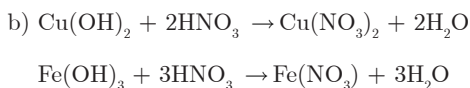
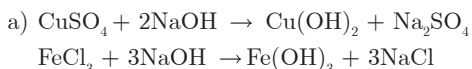
$$\lambda_{m\acute{a}x} = \frac{k}{T}$$

Franz Wien mostra que à medida que T aumenta, $\lambda_{m\acute{a}x}$ diminui. Desta maneira, explica-se o porquê de aumentar a temperatura, um corpo negro ele se torna primeiro vermelho e depois laranja ou amarelo.

QUESTÃO 21. Uma mistura de CuSO_4 anidro e FeCl_3 com massa de 48,45 g é dissolvida em água e tratada com uma solução de NaOH em excesso. O precipitado formado (considere rendimento de 100%) é separado por filtração e, a seguir, é tratado com ácido nítrico a 126 g.L^{-1} . São necessários 400 cm^3 desse ácido para dissolver todo o precipitado.

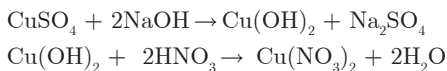
- Escreva a (s) química(s) balanceada(s) que representa(m) as reações envolvidas no tratamento com NaOH .
- Escreva a(s) equação(ões) química(s) balanceada(s) que representa(m) a dissolução do precipitado com ácido nítrico.
- Determine as massas, em g, de CuSO_4 anidro e de FeCl_3 presentes na mistura.

RESPOSTA:



$$\begin{cases} \text{Massa de CuSO}_4 = a \\ \text{Massa de FeCl}_3 = b \end{cases} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} a+b=48,45$$

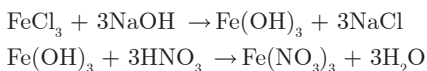
- Reações do CuSO_4 :



$$\begin{array}{r} \text{CuSO}_4 \text{ ----- HNO}_3 \\ 159,55 \text{ g ----- } 2 \cdot 63 \text{ g} \\ a \text{ ----- } x \end{array}$$

$$x = \frac{126}{159,55} a \Rightarrow x = 0,79 a$$

- Reações do FeCl_3



$$\begin{array}{r} \text{FeCl}_3 \text{ ----- HNO}_3 \\ 162,2 \text{ g ----- } 3 \cdot 63 \text{ g} \\ b \text{ ----- } y \end{array}$$

$$y = \frac{189}{162,2} b \Rightarrow y = 1,17b$$

- Massa de $\text{HNO}_3 = 126 \cdot 0,4 = 20,4$
Assim, $0,79a + 1,17b = 50,4$

- Determinando a e b

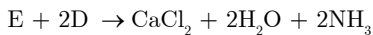
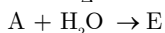
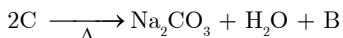
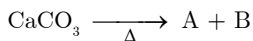
$$\begin{cases} a + b = 48,45 & \cdot (-0,79) \\ 0,79a + 1,17b = 50,4 \end{cases}$$

$$0,38b = 12,09 \Rightarrow b = 31,8 \text{ g de FeCl}_3$$

$$a + b = 48,45 \Rightarrow a = 48,45 - b \Rightarrow$$

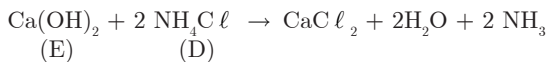
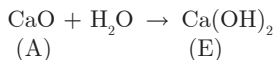
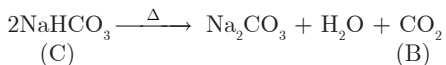
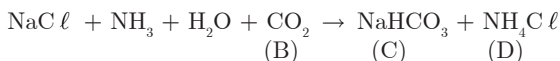
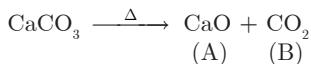
$$a = 48,45 - 31,80 \Rightarrow a = 16,65 \text{ g de CuSO}_4$$

QUESTÃO 22. Considere as seguintes reações químicas:



Escreva as fórmulas químicas das espécies **A**, **B**, **C**, **D** e **E** envolvidas nas reações acima.

RESPOSTA:



A: CaO

B: CO₂

C: NaHCO₃

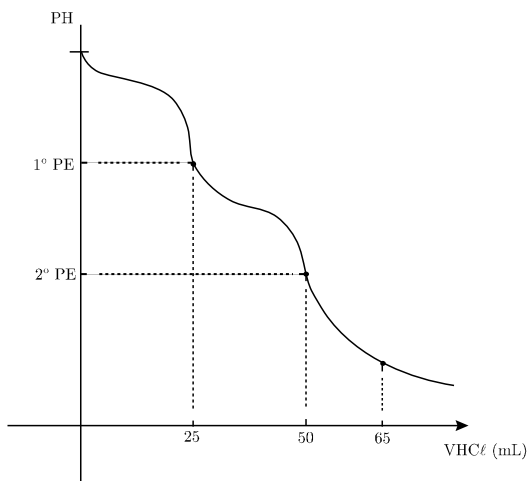
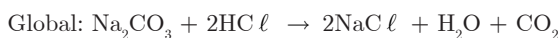
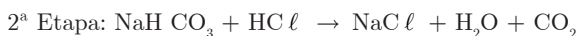
D: NH₄Cl

E: Ca(OH)₂

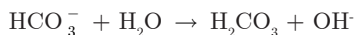
QUESTÃO 23. Em um experimento, titularam-se 25 mL de uma solução aquosa de carbonato de sódio com ácido clorídrico, ambos com concentração igual a $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. Registrou-se a variação do pH da solução até a adição de um volume de 65 mL de ácido.

- Esboce a curva de titulação (pH *versus* volume).
- Explique o comportamento da curva de titulação usando equações químicas.
- Escreva a equação global balanceada.

RESPOSTA:



O 1º ponto de equivalência ocorre em $\text{pH} > 7$ pois o HCO_3^- formado sofre hidrólise tornando o meio básico, segundo a equação.



O 2º ponto de equivalência ocorre em $\text{pH} < 7$ porque ocorre a formação de H_2CO_3



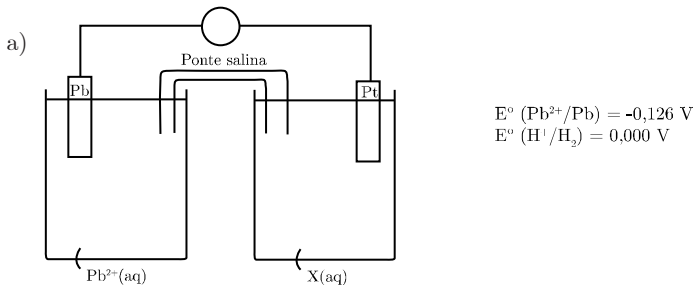
QUESTÃO 24. O seguinte sistema eletroquímico é construído:

- I. Semicélula A constituída de placa de chumbo parcialmente imersa em uma solução aquosa de Pb^{2+} .
- II. Semicélula B constituída de placa de platina parcialmente imersa em uma solução aquosa X.
- III. As soluções aquosas das semicélulas A e B são conectadas por meio de uma ponte salina.
- IV. As placas metálicas das semicélulas A e B são conectadas por meio de fios condutores.

Considerando condições padrão e sabendo que o potencial padrão da semicélula A contra o eletrodo padrão de hidrogênio na temperatura de 25°C é $E^\circ_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0,126\text{ V}$, pedem-se:

- a) Desenhe esquematicamente a célula eletroquímica construída.
- b) Considerando que a solução X é uma solução aquosa de HCl , escreva a semirreação anódica, a semirreação catódica e a reação global que ocorre nessa célula.
- c) Considerando, agora, que a solução X é uma solução aquosa de Fe^{2+} e Fe^{3+} e que a placa de chumbo é conectada ao terminal negativo de uma bateria e a placa de platina, ao terminal positivo, escreva a semirreação anódica, a semirreação catódica e a reação global que ocorre nessa célula.

RESPOSTA:



- b) Semirreação anódica: $\text{Pb}(\text{s}) \rightarrow \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$.
 Semirreação catódica: $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$.
 Reação global: $\text{Pb}(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$.
- c) Eletrodo A: catodo da eletrólise.
 Eletrodo B: anodo da eletrólise.
 Semirreação catódica: $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{s})$.
 Semirreação anódica: $2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow 2\text{e}^- + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$.
 Reação global: $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Pb}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$.

QUESTÃO 25. Escreva as equações químicas que representam as reações de polimerização ou copolimerização dos monômeros abaixo, apresentando as fórmulas estruturais de reagentes e produtos.

a) Eteno

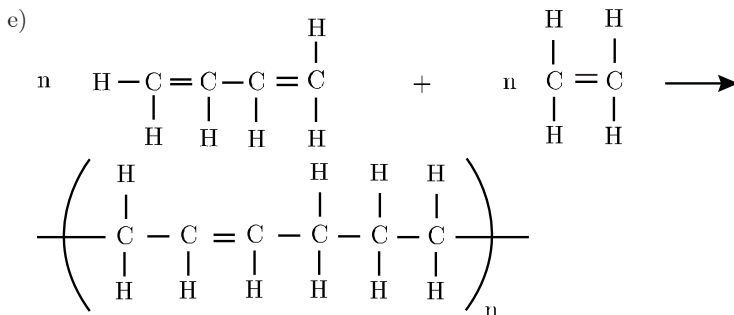
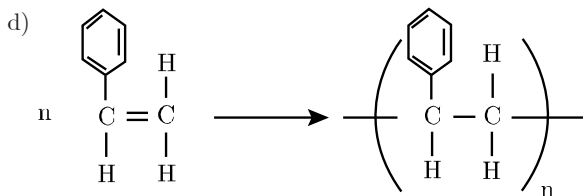
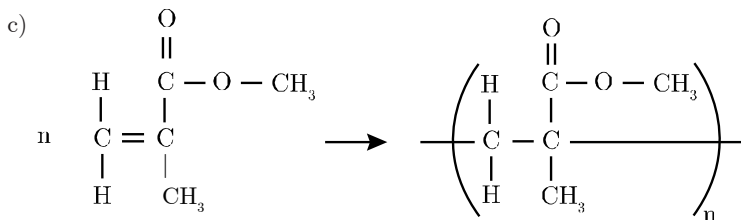
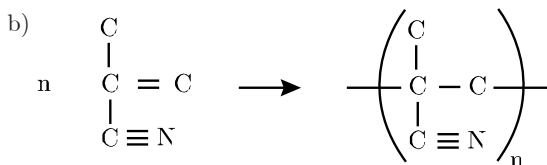
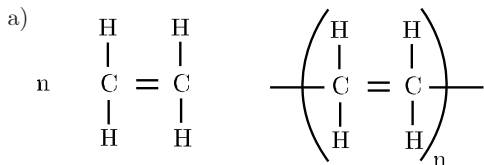
d) Etenil-benzeno (vinil-benzeno)

b) 2-propeno-nitrila

e) 1,3-butadieno com etenil-benzeno (vinil-benzeno)

c) 2-metil-propenoato de metila

RESPOSTA:



QUESTÃO 26. Uma dada reação (I), cujo calor liberado é desconhecido, é conduzida em um reator que utiliza um gás mantido a volume constante (V) como banho térmico. Outras duas reações (II e III) conduzidas em condições similares apresentam calor liberado a volume constante (Q_v) conforme apresentado na tabela ao lado:

Reação	Equação	Q_v (kJ mol ⁻¹)
I	A + ½B → D	?
II	A + B → C	400
III	D + ½B → C	300

Considere as seguintes informações sobre o gás do banho térmico, que tem comportamento não ideal e obedece à equação: $\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$, em que : a = 62,5 L² atm mol⁻¹; b = 0,4 L.mol⁻¹; n = 0,4 mol; V = 10 L; capacidade calorífica molar a volume constante ($C_{v,m}$) = 83,33 J K⁻¹ mol; temperatura inicial (T_i) = 300 K.

- Sabendo que 0,1 mol de A são utilizados na reação I, calcule o Q_v liberado nessa reação.
- Determine a temperatura final do banho térmico.
- Determine a pressão inicial e a pressão final do banho térmico.

RESPOSTA:

Reação	Equação	Q_v (kJ/mol)
I.	A + 1/2 B → D	?
II.	A + 1/2 B → C	400
III.	D + 1/2 B → C	300

$$c) \left(P_i + \frac{(0,4)^2 \cdot 62,5}{10^2} \right) (10 - 0,4 \cdot 0,4) = 0,4 \cdot 8,21 \cdot 10^{-2} \cdot 300$$

$$P_i + 0,1 = \frac{9,852}{9,84}$$

$$P_i + 1,001 = 0,1$$

$$P_i = 0,901 \text{ atm}$$

$$\left(P_f + \frac{(0,4)^2 \cdot 62,5}{10^2} \right) (10 - 0,4 \cdot 0,4) = 0,4 \cdot 8,21 \cdot 10^{-2} \cdot 600$$

$$P_f + 0,1 = \frac{19,704}{9,84}$$

$$P_f = 1,902 \text{ atm}$$

$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$$

$$a = 62,5 \text{ L}^2 \text{ atm/mol}$$

$$b = 0,4 \text{ L/mol}$$

$$n = 0,4 \text{ mol}$$

$$V = 10 \text{ L}$$

$$C_v = 83,33 \text{ J/mol.K}$$

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

a) Considerando a Lei de Hess



Para 0,1 mol de A, $Q_v = 10 \text{ kJ}$

b) $Q_v = n C_v \Delta T$

$$\Delta T = \frac{10000}{0,4 \cdot 83,33}$$

$$\Delta T = 300 \text{ K} = T_f - T_i$$

$$T_f - 300 = 300$$

$$T_f = 600 \text{ K}$$

QUESTÃO 27. Para cada uma das dispersões coloidais de natureza definida na tabela abaixo, cite um exemplo prático, explicitando quais são o dispersante e o disperso. Copie e complete a tabela no caderno de respostas.

Inscrição em faculdades locais, 2005

Dispersão coloidal	Natureza	Exemplo	Dispersante	Disperso
Espuma sólida	Polímero			
Espuma líquida	Produto alimentício			
Aerosol líquido	Fenômeno natural			
Aerosol sólido	Fenômeno artificial			

RESPOSTA:

Dispersão coloidal	Natureza	Exemplo	Dispersante	Disperso
Espuma sólida	Polímero	espuma de poliuretano	Sólido: Polímero	gás: gás carbônico
Espuma líquida	Produto alimentício	chantilly	líquido: creme de leite	gás: ar atmosférico
Aerossol líquido	Fenômeno natural	nevoeiro	gás: ar atmosférico	Líquido água
Aerossol sólido	Fenômeno artificial	fumaça	gás: ar atmosférico	Sólido carbono

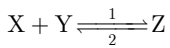
QUESTÃO 28. Considere a reação genérica equimolar: $X + Y \rightleftharpoons Z$, sendo que:

- I. as concentrações iniciais de X e de Y são iguais.
- II. a reação direta apresenta lei de velocidade de 2ª ordem.
- III. a energia de ativação da reação inversa é $2,49 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, a 300 K.

Considere dados o fator pré-exponencial da reação inversa, $A_{-1} = 2,72 \cdot 10^5 \text{ L mol}^{-1}\text{s}^{-1}$ e a constante de equilíbrio da reação direta, $K_1 = 4,0$.

Com base nessas informações, determine o valor numérico da velocidade da reação direta, quando a concentração de Z for $0,5 \text{ mol L}^{-1}$, o que corresponde a 25% de rendimento da reação.

RESPOSTA:



- I. $[X]_i = [Y]_i$
- II. $V_1 = 2^{\text{a}}$ ordem
- III. E_{at} (reação 2) = $2,49 \text{ kJ/mol}$ a 300 K

$$A_{-1} = 2,72 \cdot 10^5 \text{ L/mol.s}$$

$$K_{\text{eq}} = 4,0$$

$$k_2 = A \cdot e^{-\frac{E_{\text{at}}}{RT}} = \frac{A}{e^x}$$

$$x = \frac{E_{\text{at}}}{Rt} = \frac{2,49 \cdot 10^3}{8,31 \cdot 300} = 0,999$$

$$k_2 = \frac{2,72 \cdot 10^5}{2,71} = 0,917 \cdot 10^5$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{k_1}{k_2}$$

$$K_1 = 4 \cdot 0,917 \cdot 10^5$$

$$K_1 = 3,668 \cdot 10^5$$

$$V_1 = 3,668 \cdot 10^5 \cdot [x] \cdot [y]$$

Quando $[z] = 0,5 \text{ mol/L}$ (25% de rendimento), $[x] = [y] = 1,5 \text{ mol/L}$, portanto

$$V_1 = 3,668 \cdot 10^5 \cdot (1,5)^2$$

$$V_1 = 8,253 \cdot 10^5 \text{ mol/L} \cdot \text{s}$$

QUESTÃO 29. Considere os experimentos abaixo, executados consecutivamente:

- I. Uma peça polida de cobre metálico é completamente mergulhada em um béquer que contém uma solução aquosa concentrada de sulfato de zinco e também aparas polidas de zinco metálico no fundo do béquer. A peça permanece completamente mergulhada na solução e em contato com as aparas de zinco, enquanto a solução é mantida em ebulição durante 50 minutos. Após transcorrido esse tempo, a peça de cobre adquire uma coloração prateada.
- II. A seguir, a peça de cobre com coloração prateada é removida do béquer, enxaguada com água destilada e colocada em um forno a 300 °C por dez minutos, adquirindo uma coloração dourada.

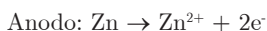
Com base nesses experimentos,

- a) explique o fenômeno químico que provoca a mudança de coloração da peça de cobre no item I.
- b) explique o fenômeno químico que provoca a mudança de coloração da peça de cobre no item II.

RESPOSTA:

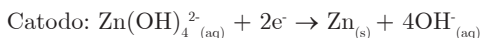
- a) A deposição de zinco sobre o cobre se dá por processo eletroquímico.

Eletrodo de zinco



Seguida pela complexação do íon Zn $(\text{OH})_4^{2-}$

Eletrodo de cobre



- b) Quando a peça zincada é aquecida, o zinco e o cobre sofrem uma difusão interna para formar uma liga de latão superficial, possuindo uma coloração semelhante ao ouro.

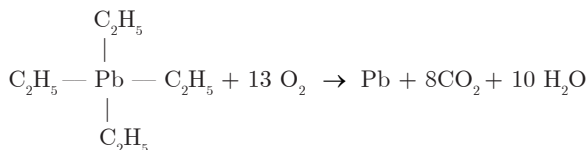
QUESTÃO 30. O tetraetilchumbo era adicionado à gasolina na maioria dos países até cerca de 1980.

- a) Escreva a equação química balanceada que representa a reação de combustão do composto tetraetilchumbo, considerando que o chumbo elementar é o único produto formado que contém chumbo.
- b) O ^{238}U decai a ^{206}Pb com tempo de meia-vida de $4,5 \cdot 10^9$ anos. Uma amostra de sedimento colhida em 1970 continha 0,119 mg de ^{238}U e 2,163 mg de ^{206}Pb . Assumindo que todo o ^{206}Pb é formado somente pelo decaimento do ^{238}U e que o ^{206}Pb não sofre decaimento, estime a idade do sedimento.
- c) Justifique o resultado obtido no item **b)** sabendo que a idade do Universo é de 13,7 bilhões de anos.

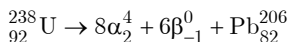
Dados: $\ln 2 = 0,693$; $\ln 22 = 3,091$.

RESPOSTA:

- a) Tetraetilchumbo



- b) Equações de decaimento do U^{238} a Pb^{206}



- Massa final de U^{238} (m) = 0,119 mg

$$\text{Número de mols final de } \text{U}^{238} \text{ (N)} = \frac{0,119}{238} = 0,005 \text{ mmols}$$

- Número de mol de U^{238} que decaíram (N_d): $N_d = \frac{2,163}{206} = 0,105 \text{ mmols}$
- Número de mols de U^{238} inicial (N_o):
 $N_o = N + N_d = 0,005 + 0,105 \Rightarrow N_o = 0,11 \text{ mmols}$
- Cálculo de número de tempo de meia-vida (x)

$$2^x = \frac{N_o}{N} \Rightarrow 2^x = 22 \Rightarrow \ln 2^x = \ln 22 \Rightarrow x \ln 2 = \ln 22$$

$$\Rightarrow x = \frac{\ln 22}{\ln 2} \Rightarrow x = \frac{3,091}{0,693} \Rightarrow x = 4,46$$

- Cálculo da idade do sedimento (t)

$$t = x \cdot t_{1/2} \Rightarrow t = 4,46 \cdot 4,5 \cdot 10^9 \Rightarrow t = 20,07 \cdot 10^9 \text{ anos} \Rightarrow t = 20,07 \text{ bilhões de anos.}$$

- c) A justificativa do resultado encontrado na letra **b)** pode residir no fato de ocorrer a formação de Pb^{206} de outras fontes diversas do decaimento do U^{238} . No contexto do que foi apresentado na letra a), esse Pb^{206} extra poderia ser derivado da combustão, durante um grande período de tempo, até 1980, do tetraetilchumbo presente na gasolina. Isso é completamente plausível devido ao fato de a amostra do sedimento ter sido recolhida em 1970.