



CIÊNCIA ALIMENTANDO O BRASIL

“Ciência alimentando o Brasil” é o tema da 13^a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia - SNCT 2016 e tem por objetivo discutir a importância da qualidade dos alimentos para a população, com o desenvolvimento de pesquisa e novas tecnologias sobre a segurança alimentar.

O controle de qualidade dos alimentos se refere a toda e qualquer ação que visa melhorar as boas práticas nos procedimentos de higiene e manipulação dos alimentos, seguindo os padrões sanitários da legislação vigente, a fim de mantê-los livres de qualquer contaminação e minimizando os riscos à saúde da população.

O consumidor deve ficar atento à origem dos alimentos que consome, assim como às técnicas empregadas na sua produção. Dessa forma, é indispensável promover o consumo de alimentos oriundos da agricultura familiar, visando a preservação e valorização dos alimentos típicos encontrados nos territórios rurais.

A produção de alimentos sustentáveis leva em conta fatores como a manutenção da biodiversidade, o equilíbrio do fluxo de nutrientes, a conservação da superfície do solo e a utilização eficiente da água. Além disso, inclui os fatores sociais, como a geração de trabalho e renda, a promoção de educação, do aperfeiçoamento técnico e da qualidade de vida.

Assim, o desafio atual é socializar o conhecimento da ciência Química e promover o aperfeiçoamento das pesquisas, de forma a assegurar a qualidade dos produtos alimentícios, bem como contribuir para a permanente melhoria da vida em sociedade.

A Comissão.

PARTE A - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

Questão 1

A ingestão de alimentos gordurosos pode causar uma elevação no índice de colesterol no indivíduo e, como consequência, geram-se obstruções nas artérias. Um dos exames mais utilizados para verificar tais obstruções é a cintilografia do miocárdio. Para realizá-lo, o paciente recebe uma dose de contraste que contém tecnécio metaestável (Tc-99). Esse isótopo emite radiação gama, com uma constante de decaimento igual a $3,2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$. Considerando um paciente que recebeu uma quantidade de contraste às 14 horas de uma segunda-feira, e sabendo que após 8 meias-vidas a radiação volta ao nível seguro, assinale a alternativa que indica em qual dia da semana e hora isto irá acontecer com o paciente.

Dados: $\ln 2 = 0,693$

- a) 14 horas da quarta-feira
- b) 08 horas da manhã da quarta-feira
- c) 14 horas da quinta-feira
- d) 12 horas da quarta-feira
- e) 20 horas da quarta-feira

Resolução

É necessário calcular o período de meia-vida,

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0,693}{3,2 \times 10^{-5}} = 21656,25 \text{ s}$$

$$k = 3,2 \times 10^{-5}$$

Transformando para horas fica: $t_{1/2} = \frac{21656,25}{3600} = 6,0 \text{ horas}$

Como o nível de radiação fica seguro após 8 meias-vidas então:

$$t = x \cdot t_{1/2}$$

$$t = 8 \times 6 = 48 \text{ horas}$$

Ou seja, após dois dias. De acordo com as alternativas apresentadas isso acontece a partir das 14 horas de quarta-feira.

Questão 2

O pH do suco gástrico em um indivíduo normal é igual a 2,00. Porém, devido a certos distúrbios esse valor pode chegar a 1,50 e a sensação de desconforto causada recebe o nome de azia. Uma das maneiras de restaurar o pH ao nível normal é através da ingestão de antiácidos, como o bicarbonato de sódio. Considerando que o volume de suco gástrico de um indivíduo é 400 mL, assinale a alternativa que indica a massa de bicarbonato de sódio presente num comprimido de antiácido capaz de restaurar o pH do suco gástrico no volume considerado.

Dados: $\log 3 = 0,5$ $10^{0,5} = 3,16$

- a) 0,672 g
- b) 0,267 g
- c) 0,476 g
- d) 0,785 g
- e) 1,145 g

Resolução

No indivíduo normal, pH do suco gástrico é 2.

$$[H^+] = 10^{-pH} : [H^+] = 10^{-2} = 0,01 \text{ mol/L}$$

No indivíduo com azia, $pH = 1,5$

$$[H^+] = 10^{-1,5}$$

Como o $\log 3 = 0,5$: $10^{0,5} = 3,16$, assim teremos:

$$[H^+] = 10^{-1,5} = 10^{0,5} \times 10^{-2} = 3 \times 10^{-2} = 0,0316 \text{ mol/L}$$

Portanto para elevar o pH do suco gástrico de 1,5 para 2 a variação de concentração, isto é, o que terá que ser neutralizado é $(0,0316 \text{ mol/L} - 0,01 \text{ mol/L}) = 0,0216 \text{ mol/L}$

Como o volume de suco gástrico é 400 mL = 0,4 L então o número de mol de HCl que deverá ser neutralizado é: $n = 0,0216 \times 0,4 = 0,00864 \text{ mol}$.

A reação de neutralização com o bicarbonato de sódio fica:



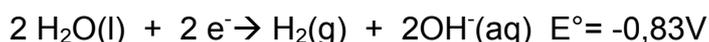
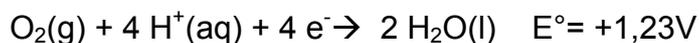
A estequiometria da reação é de 1:1, dessa forma o número de mol de $NaHCO_3$ que deverá reagir é 0,00864 mol.

$NaHCO_3$ $M = 84 \text{ g/mol}$

$$\begin{array}{r} 1,0 \text{ mol de } NaHCO_3 \text{ ----- } 84 \text{ g} \\ 0,00864 \text{ mol} \text{ ----- } m \\ m = 0,726 \text{ g} \end{array}$$

Questão 3

A eletrólise é um processo químico não espontâneo aplicado em diversas etapas de fabricação de produtos. Para realizar a eletrólise da água é necessário fornecer certa quantidade de energia através de uma fonte de energia elétrica. Porém, como a água pura é um mau condutor de corrente elétrica, faz-se necessário adicionar uma pequena quantidade de K_2SO_4 para tornar o meio condutor. Com base nas semirreações a seguir, assinale a alternativa que indica a quantidade de energia que a bateria deve fornecer para decompor 1,0 mol de água?



Dados: Constante de Avogadro = $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Carga elementar $1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

Constante de Faraday = $9,65 \times 10^4 \text{ C}$

- a) $\geq + 397,6 \text{ kJ/mol}$
- b) $\leq - 397,6 \text{ kJ/mol}$
- c) $\leq - 795,2 \text{ kJ/mol}$
- d) $\geq + 795,2 \text{ kJ/mol}$
- e) $\geq + 198,8 \text{ kJ/mol}$

Resolução

A relação entre a energia livre que irá realizar trabalho elétrico na célula eletrolítica é calculada pela expressão:

$$\Delta G^\circ = - n.F.\Delta E^\circ$$

Conhecendo o ΔE° da célula calcula-se o ΔG° .

As semirreações informadas são reduções e como a eletrólise é um processo não espontâneo, no cátodo ocorre redução (não espontânea) das moléculas de água e no ânodo ocorre a oxidação (não espontânea) das moléculas de água, conforme vemos nas equações abaixo:



Dividindo a segunda equação por 2 e somando as semirreações, obtêm-se:



Após o ajuste verifica-se que o número de mol de elétrons por mol de água é 2, assim:

$$\Delta G^\circ = - n.F.\Delta E^\circ$$

$$\Delta G^\circ = - 2 \times 96500 \times (-2,06) = + 397.580 \text{ J} = + 397,58 \text{ KJ/mol de água.}$$

Questão 4

Quando uma pequena quantidade de íons H^+ ou OH^- é adicionada à água destilada a $25^\circ C$, ocorrem variações no pH . Considere que um pequeno cristal de $NaOH$ de massa igual a $0,4$ micrograma foi adicionado a $1,0$ litro de água destilada. Essa quantidade é tão pequena que não ocorre variação de volume. Mesmo assim, é capaz de modificar o pH da água pura. Assinale a alternativa que indica o valor do novo pH :

Dados: $K_w = 1 \times 10^{-14}$ a $25^\circ C$

$$\log 1,1 = 0,04$$

- a) 7,04
- b) 5,96
- c) 6,00
- d) 7,02
- e) 8,04

Resolução

A massa de $NaOH$ adicionada foi $0,4 \mu g = 0,4 \times 10^{-6} g = 4,0 \times 10^{-7} g$

Dividindo essa massa pela massa molar do $NaOH$, que é $40 g/mol$

$$n = 4,0 \times 10^{-7} / 40 = 1,0 \times 10^{-8} \text{ mol}$$

Como o $NaOH$ é uma base forte e essa quantidade foi adicionada a $1,0$ litro de água, então:

$$[OH^-]_{adic} = 1,0 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

Na água pura a $25^\circ C$, $[H^+] = [OH^-] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$, porém a adição de base forte irá diminuir para x a concentração de água dissociada, respeitado o K_w .

$$[H^+]_{\text{água}} = [OH^-]_{\text{água}} = x$$

$$K_w = [H^+][OH^-] = x \cdot (1,0 \cdot 10^{-8} + x) = 1,0 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

$$x^2 + 1 \cdot 10^{-8} x - 1,0 \cdot 10^{-14} = 0$$

$$\text{Raiz positiva: } x = (-1 \cdot 10^{-8} + 2,0 \cdot 10^{-7})/2 = 9,5 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$[OH^-]_{tot} = [OH^-]_{adic} + [OH^-]_{\text{água}} = 1,0 \cdot 10^{-8} + 9,5 \cdot 10^{-8} = 1,05 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$pOH = -\log [OH^-]_{tot} = -\log 1,05 \cdot 10^{-7} = 6,98$$

$$pH = 14,00 - 6,98 = 7,02$$

Resposta correta, d) 7,02

Utilizando-se a aproximação $[\text{OH}^-]_{\text{tot}} = 1,1 \cdot 10^{-7}$ e a informação da prova: $\log 1,1 = 0,04$ (para quem não dispunha de calculadora com cálculo de log)

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]_{\text{tot}} = -\log (1,1 \times 10^{-7}) = -0,04 + 7 = 6,96$$

$$\text{pH} = 14,00 - 6,96 = 7,04$$

Resposta também aceita, a) 7,04

Questão 5

A ebulioscopia é uma técnica utilizada para a determinação da massa molar de substâncias desconhecidas. As substâncias moleculares são dissolvidas em solventes como benzeno, hexano ou tetracloreto de carbono, e em função do efeito coligativo a massa molar é determinada. Num determinado ensaio de laboratório, um técnico dissolveu 2,0 g de uma substância desconhecida (não iônica) em 63 mL de CCl_4 . Considerando os dados abaixo e a temperatura de ebulição da solução de 77°C , assinale a alternativa que indica a massa molar aproximada da substância dissolvida.

Dados: $T_f = 250 \text{ K}$

$$T_e = 349,5 \text{ K}$$

Densidade (CCl_4) = 1,59 kg/L a 20°C

$$K_c = 29,8 \text{ K.kg.mol}^{-1}$$

$$K_e = 5,00 \text{ K.kg.mol}^{-1}$$

a) 200 g/mol

b) 250 g/mol

c) 90 g/mol

d) 100 g/mol

e) 80 g/mol

Resolução

A equação da elevação de temperatura ebulioscópica é:

$$\Delta T_e = K_e \cdot b$$

em que b é a concentração molal (mol kg^{-1}),

$$b = \frac{n_x}{m(\text{CCl}_4 \text{ em kg})} = \frac{m_x}{M_x \times m(\text{CCl}_4 \text{ em kg})} = \frac{m_x}{M_x \times d \times V}$$

Substituindo na equação a expressão fica:

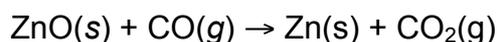
$$\Delta T_e = T_e' - T_e = \frac{K_e \times m_x}{M_x \times d \times V}$$

$$M_x = \frac{K_e \times m_x}{(T_c - T_e) \times d \times V}$$

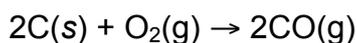
$$M_x = \frac{(5,0 \text{ K kg mol}^{-1}) \times (2,00 \text{ g})}{(350 \text{ K} - 349,5 \text{ K}) \times (1,59 \text{ kg L}^{-1}) \times \left(63 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}}\right)} \approx 200 \text{ g mol}^{-1}$$

Questão 6

O zinco (do alemão *Zink*; Zn) é um elemento químico essencial para o nosso organismo, pois é responsável por inúmeras funções, como a síntese de proteínas, o funcionamento de alguns hormônios, o bom funcionamento do sistema imunológico e também do reprodutor. O zinco metálico pode ser obtido a partir de óxido de zinco, ZnO, pela reação a alta temperatura com o monóxido de carbono, CO.



O monóxido de carbono é obtido a partir de carbono.



Assinale a alternativa que indica a quantidade máxima de zinco (em gramas) que pode ser obtido a partir de uma amostra de 75,0 g de óxido de zinco com pureza de 87 % e 10,0 g de carbono.

- a) 52,4
- b) 35,3
- c) 54,4
- d) 36,6
- e) 65,3

Resolução:

Cálculo da massa de CO formada a partir de 10 g de C:

$$m = (10 \text{ g de C}) \frac{(56 \text{ g de CO}) \times}{24 \text{ g de C}} = 23,3 \text{ g de CO}$$

Cálculo do número de mols dos reagentes na reação para determinar o reagente limitante:

$$\text{ZnO: } n = (0,87 \times 75 \text{ g de ZnO}) \times \frac{1 \text{ mol de ZnO}}{81,4 \text{ g de ZnO}} = 0,80 \text{ mol de ZnO}$$

$$\text{CO: } n = (23,3 \text{ de CO}) \times \frac{1 \text{ mol de CO}}{28 \text{ g de CO}} = 0,83 \text{ mol de CO}$$

Logo, o reagente limitante é o ZnO. Então a massa de Zn é:

$$m = (0,87 \times 75 \text{ de ZnO}) \times \frac{65,4 \text{ g de Zn}}{81,4 \text{ g de ZnO}} = 52,42 \text{ g de Zn}$$

O texto e a tabela abaixo serão utilizados nas resoluções das questões 7 e 8.

O que é matéria, o que é energia, como elas se relacionam? A reflexão humana sobre isso é bem antiga. Quando se delimita essa relação às aplicações tecnológicas utilizadas atualmente, mais especificamente ao tema combustíveis, muito há o que se discutir. Na tabela abaixo, são apresentadas algumas informações de combustíveis utilizados no cotidiano.

Tabela 1: Entalpia de combustão padrão para alguns combustíveis.

COMBUSTÍVEL	ΔH° (kJ/mol)
Carbono (carvão)	- 393,5
Metano (gás natural)	- 802
Propano (componente do gás de cozinha)	- 2.220
Butano (componente do gás de cozinha)	- 2.878
Octano (componente da gasolina)	- 5.471
Etino (acetileno, usado em maçarico)	- 1.300
Etanol (álcool)	- 1.368
Hidrogênio gasoso	- 286

Fonte: http://www.usp.br/qambiental/combustao_energia.html

Questão 7

Assinale a alternativa que representa a proposição verdadeira.

- O C_8H_{18} é um líquido nas condições padrão. A combustão completa de um mol desta substância produz mais dióxido de carbono do que a queima de um mol de qualquer outro combustível da tabela 1.
- O etino apresenta menor calor de combustão do que o etanol devido à hibridização sp^2 dos átomos de carbono em sua molécula.

- c) Num ambiente fechado, em condições normais de temperatura e pressão o propano entra em equilíbrio produzindo gás hidrogênio e grafita.
- d) Dentre os combustíveis da tabela 1, apenas a queima do etanol produz água, devido ao mesmo apresentar hidroxila.
- e) A queima do gás hidrogênio produz gás carbônico e água, uma vez que a queima de qualquer combustível tem como produtos gás carbônico e água.

Questão 8

Considere as proposições:

I - A combustão completa de oito gramas de propano gera mais calor do que a combustão completa de oito gramas de octano.

II - Um mol de etino contém a mesma quantidade de átomos de hidrogênio do que um mol de gás hidrogênio.

III - A substância em maior proporção na gasolina é o carbono na forma elementar.

IV - A ordem crescente dos pontos de ebulição de etanol, metano e propano é metano < etanol < propano

Assinale a alternativa que indica as proposições corretas:

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

Questão 9

Um estudante formulou as proposições abaixo:

I - No estado sólido, as ligações de hidrogênio presentes na água sofrem um rearranjo, resultando em efeitos estruturais que conferem menor densidade ao estado sólido do que ao líquido.

II - Quanto maior for a eletronegatividade do átomo ligado ao hidrogênio na molécula, maior será a densidade de carga negativa no hidrogênio e, portanto, mais fraca será a interação com a extremidade positiva de outras moléculas.

III - As temperaturas de ebulição do tetraclorometano (CCl_4) e metano (CH_4) são iguais a $+ 77\text{ }^\circ\text{C}$ e $- 164\text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente; logo, a energia necessária para quebrar as ligações C – Cl é maior que aquela necessária para quebrar as ligações C – H.

IV - Pesquisando os dados referentes à temperatura de ebulição e à massa molar de algumas substâncias, o estudante construiu a seguinte tabela:

Substância	$T_{\text{ebulição}}(^{\circ}\text{C})$	Massa molar (g/mol)
H_2O	100	18,0
H_2S	-50	34,0
H_2Se	-35	81,0
H_2Te	-20	129,6

O estudante, ao verificar que a água apresenta temperatura superior às demais substâncias, concluiu que essa observação pode ser explicada pelo aumento das massas molares e das interações intermoleculares, respectivamente.

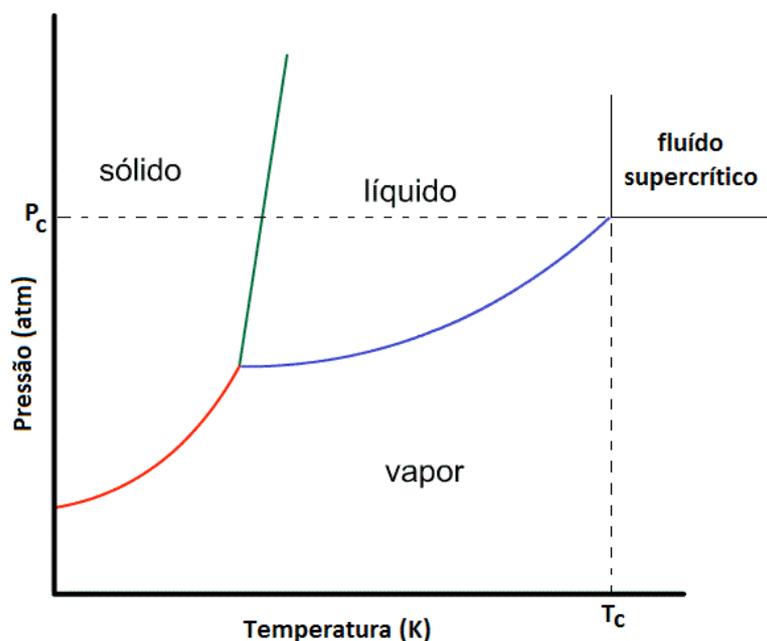
Assinale a alternativa que indica as proposições corretas:

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

Questão 10

Quando uma substância no estado líquido é confinada em um recipiente, o gás e o líquido atingem o equilíbrio entre si. Sob condições específicas de pressão e temperatura (função da

espécie química sob análise), as propriedades físico-químicas de ambas fases convergem para um mesmo ponto até ficarem idênticas. Este ponto é denominado de ponto crítico onde se encerra a interface gás/líquido. Assim, se encontra uma única fase de fluido supercrítico para toda substância que se encontra em condições de pressão e temperatura superiores aos seus parâmetros críticos (temperatura crítica, T_c e pressão crítica, p_c). Essa região é melhor visualizada no diagrama de fases mostrada na figura a abaixo (Adaptado de CARRILHO *et al.*, Química Nova. v. 24, n° 4, 2001).



Os fluídos supercríticos são muito utilizados para a separação de substâncias, por exemplo, na extração de cafeína para obtenção do café descafeinado. Dentre as substâncias apresentadas abaixo, assinale a alternativa que indica a que possui a menor temperatura crítica (T_c).

- a) CO_2 (dióxido de carbono)
- b) H_3COH (metanol).
- c) $\text{H}_3\text{C}[\text{CH}_2]_3\text{CH}_3$ (pentano)
- d) SF_6 (hexafluoreto de enxofre)
- e) H_3CCOCH_3 (propanona)

Resposta:

Dentre as substâncias, o dióxido de carbono (CO_2) reúne os requisitos para ter a menor temperatura crítica que são: massa molar relativamente pequena e caráter apolar.

PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

Questão 11

A fonte de oxigênio que aciona o motor de combustão interna de um automóvel é o ar. O ar é uma mistura de gases, principalmente, N_2 (~79 %) e O_2 (~21 %). No cilindro de um motor de automóvel, o nitrogênio pode reagir com o oxigênio para produzir o gás de óxido nítrico, NO. Como o NO é emitido a partir do tubo de escape do carro, ele pode reagir com mais oxigênio para produzir gás de dióxido de nitrogênio.

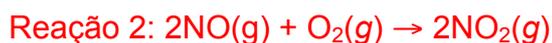
- Apresente as estruturas de Lewis (representação por pontos) para o óxido de nitrogênio e dióxido de nitrogênio. Qual é a geometria e hibridação sobre o átomo N? Justifique a sua resposta.
- Escreva as equações químicas balanceadas para ambas as reações.
- Tanto o óxido de nitrogênio e dióxido de nitrogênio são poluentes que podem levar à chuva ácida e aquecimento global; coletivamente, eles são chamados de gases "NO_x". Em 2007, os Estados Unidos emitiram aproximadamente 22 milhões de toneladas de dióxido de nitrogênio na atmosfera. Considere que a reação do nitrogênio e oxigênio seja completa e estime quantos gramas de O_2 foram consumidos para isso.
- Os termos chuva ácida e aquecimento global foram citados no item (c). Com base em seus conhecimentos defina com clareza esses respectivos termos. Além dos gases No_x, quais os outros gases que conjuntamente são responsáveis pela chuva ácida? Justifique sua resposta.
- A produção dos gases NO_x é uma reação lateral indesejada do principal processo de combustão do motor que transforma octano (C_8H_{18}), em CO_2 e água. Se 85 % do oxigênio em um motor são usados para fazer a combustão do octano e o restante usado para produzir o dióxido de nitrogênio, calcule quantos gramas de dióxido de nitrogênio seriam produzidos durante a combustão de 500 gramas de octano.

Resolução:

a)

	Óxido de nitrogênio	Dióxido de nitrogênio
Estrutura Lewis	$\ddot{\text{N}}=\ddot{\text{O}}$	$\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{N}}=\ddot{\text{O}}$
Geometria	Linear	Angular
Hibridação	sp^2	sp^2

b)



c)

A reação geral estequiométrica para formar NO_2 é



Logo, a massa de O_2 em gramas é

$$m = (22 \times 10^6 \text{ l de NO}_2) \times \frac{10^3 \text{ kg}}{11} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol de NO}_2}{46 \text{ g de NO}_2} \times \frac{2 \text{ mol de O}_2}{2 \text{ mol de NO}_2} \times \frac{32 \text{ g de O}_2}{1 \text{ mol de O}_2}$$

$$= 15,3 \times 10^{12} \text{ g de O}_2$$

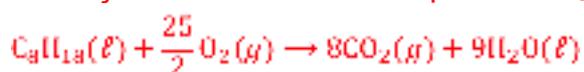
d)

Chuva ácida – é consequência da dissolução de poluentes concentrados na atmosfera, tais como óxidos de nitrogênio, óxidos de carbono e óxidos de enxofre no vapor de água no ciclo hidrológico, resultando na precipitação de água, na forma de chuva, neve ou vapor com pH inferior a 5,6.

Efeito Estufa- é o aumento da temperatura média dos oceanos e da camada de ar próxima à superfície da Terra que pode ser consequência de causas naturais e atividades humanas. Isto se deve principalmente ao aumento das emissões de gases na atmosfera que causam o efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono (CO_2).

e)

A reação de combustão completa do C_8H_{18} é:



Fazendo o cálculo da massa de O_2 (85 %), tem-se:

$$m = (500 \text{ g de C}_2\text{H}_6) \times \frac{400 \text{ g de O}_2}{114 \text{ g de C}_2\text{H}_6} = 1754,4 \text{ g de O}_2$$

Logo 15 % em massa de O_2 , corresponde:

$$m = (1754,4 \text{ g de } O_2) \times \frac{15\% \text{ de } O_2}{85\% \text{ de } O_2} = 309,6 \text{ g de } O_2$$

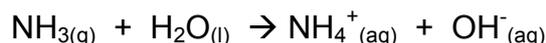
Usando a reação de geral para formar NO_2 , calcula-se a massa deste:



$$m = (309,6 \text{ de } O_2) \times \frac{92 \text{ g de } NO_2}{64 \text{ g de } O_2} = 445,1 \text{ g de } NO_2$$

Questão 12

Quando a amônia se dissolve em água, ela ioniza e estabelece o equilíbrio a seguir:



Uma solução de amoníaco foi preparada dissolvendo 0,04 mol de amônia em 200 mL de água sem que nenhuma variação de volume fosse observada e o pH da solução foi 11,3. Se um sal com um íon comum (p. ex., exemplo, cloreto de amônio) for adicionado ao sistema, o equilíbrio irá se deslocar até que se restabeleça uma nova situação de equilíbrio. Por apresentar um odor relativamente forte e irritante enquanto o equilíbrio estiver sendo restabelecido o odor da amônia ficará mais evidenciado. Diante da situação apresentada, responda aos itens a seguir:

- Qual o valor do grau de ionização e da constante de ionização da amônia?
- Ao adicionar o cloreto de amônio o equilíbrio sofreu uma perturbação. Para qual lado o equilíbrio se deslocou, explique utilizando o Princípio de Le Chatelier.
- Como se chama a solução resultante após a adição do sal? Explique.
- Se a quantidade de sal adicionada foi 1,07 g, qual o novo pH da solução?
- Quais são os pares conjugados e a geometria das espécies químicas nitrogenadas na equação inicial?

Dados: $\log 2 = 0,3$; $\log 3 = 0,5$; $\log 5 = 0,7$

$$K_b = 2,00 \times 10^{-5}$$

Resolução

a)

Concentração molar da amônia é

$$[NH_3] = \frac{0,04 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,2 \text{ mol L}^{-1}$$

Se o $pH = 11,3$, então $pOH = 14 - 11,3 = 2,7$, logo:

$$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-2,7} = 10^{0,3} \times 10^{-3} \approx 2 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

Então, o grau de ionização da amônia é

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{[NH_3]} = \frac{2 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}}{0,2 \text{ mol L}^{-1}} = 0,01 \text{ ou } 1,0\%$$

b) A adição de NH_4Cl irá aumentar a concentração de íons amônio no equilíbrio e isso irá deslocá-lo para o lado dos reagentes.

c) Solução tampão, pois após adição do sal forma-se um par conjugado $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$

d)

A massa molar de NH_4Cl é $53,5 \text{ g mol}^{-1}$. O número de mol de sal adicionado é:

$$n = \frac{1,07 \text{ g}}{53,5 \text{ g mol}^{-1}} = 0,02 \text{ mol}$$

Considerando que não houve variação de volume, temos:

$$[\text{NH}_3] = 0,2 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{NH}_4\text{Cl}] = \frac{0,02 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$$

$$pOH = pK_b + \log \frac{[\text{sal}]}{[\text{base}]} = -\log K_b + \log \frac{[\text{sal}]}{[\text{base}]}$$

$$pOH = -\log(2,0 \times 10^{-5}) + \log \frac{0,1}{0,2} = -\log 2 - \log 10^{-5} + \log 5 + \log 10^{-1} = -0,3 + 5 + 0,7 - 1 = 4,4$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 4,4 = 9,6$$

e)

Pares conjugados: $\text{H}_2\text{O}/\text{NH}_3$ e $\text{NH}_4^+/\text{OH}^-$

Espécie	Geometria
Amônia, NH_3	Piramidal
Íon amônio, NH_4^+	Tetraédrica

Questão 13

Em uma atividade experimental de Química, um grupo de alunos estudou o comportamento ácido/base de diversas substâncias. Os resultados obtidos com os experimentos estão sumarizados no quadro abaixo.

Experimento	Sistema/Solução	Observação
1	$\text{NaNO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	Formação de uma solução levemente básica.
2	$\text{K}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	Formação de uma solução básica e liberação de um gás.
3	$\text{NaH}_2\text{PO}_4(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	Formação de uma solução ácida.
4	$\text{HCOOH}(\text{aq})$	$\text{pH} = 2,40$
5	$\text{HCOOH}(\text{aq})$	$\text{pH} = 4,50$

a) Escreva uma equação química que represente o processo ocorrido no experimento 2.

b) Justifique o resultado obtido no experimento 3. Complete a sua resposta escrevendo uma equação química que justifique a observação no experimento 3.

c) Leia as afirmações que são apresentadas abaixo. Marque (V) para aquelas que julgar verdadeiras e (F) para aquelas que julgar falsas.

() No experimento 1 utilizou-se uma substância que pode ser classificada como uma base de Bronsted-Lowry.

() A diferença de pH observada nos experimentos 4 e 5 pode ser justificada pela força do ácido utilizado.

() Uma solução aquosa de H_2SO_4 , na mesma concentração da solução usada no experimento 4, apresenta um valor de pH maior que 2,40.

() O HCOOH do experimento 4 pode ser classificado como um ácido de Arrhenius.

d) Considere a seguinte afirmativa: “*nos experimentos 1 e 3, se utilizarmos a mesma massa dos dois sais e o mesmo volume de água, as soluções resultantes apresentarão a mesma temperatura de ebulição.*” Indique se esta afirmativa é verdadeira ou falsa e justifique sua resposta.

e) Com base nos valores de pH observados nos experimentos 4 e 5, determine a diferença de concentração do HCOOH .

Resolução

a)



b)

O íon H_2PO_4^- é uma espécie que pode receber ou doar próton (H^+) para a água. Logo, tem-se os seguintes equilíbrios:



Ao se observar os produtos em cada equilíbrio representado, percebe-se que o valor de K_a deve ser maior que o valor de K_b , logo, prevalece o comportamento ácido do referido íon. Isso ocorre porque o H_3PO_4 é um ácido mais forte que o $H_2PO_4^-$, logo, o equilíbrio envolvendo o ácido fosfórico deve estar mais deslocado no sentido dos reagentes.

É preciso ressaltar que, segundo a IUPAC o referido íon não é uma espécie anfótera, pois esse comportamento depende do meio no qual se avalia a substância e nesse caso, o meio é a água.

c)

(**V**) No experimento 1 utilizou-se uma substância que pode ser classificada como uma base de Bronsted-Lowry.

(**F**) A diferença de pH observada nos experimentos 4 e 5 pode ser justificada pela força do ácido utilizado.

(**F**) Uma solução aquosa de H_2SO_4 , na mesma concentração da solução usada no experimento 4, apresenta um valor de pH maior que 2,40.

(**V**) O $HCOOH$ do experimento 4 pode ser classificado como um ácido de Arrhenius.

d)

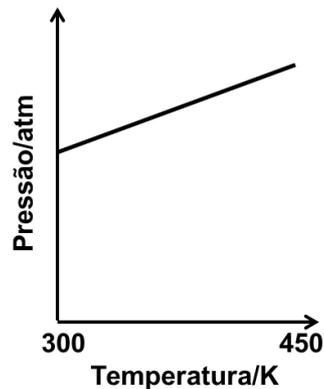
Essa afirmativa é FALSA, porque a mesma massa dos dois sais corresponde a valores diferentes da quantidade de matéria, logo, o número de partículas em solução será diferente para os dois sais, o que levará a variações diferentes na temperatura de ebulição das respectivas soluções.

e)

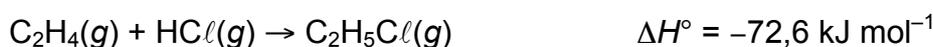
A concentração da solução usada no experimento 5 é menor do que a concentração usada no experimento 4. Um maior valor de pH está relacionado a uma menor concentração em quantidade de matéria ($mol\ L^{-1}$) da espécie H_3O^+ .

Questão 14

Uma amostra de $C_2H_4(g)$ foi colocada em um recipiente rígido de 2,0 L previamente evacuado e aquecido de 300 K a 450 K. A pressão da amostra é medida e representada no gráfico abaixo:

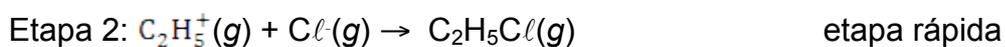
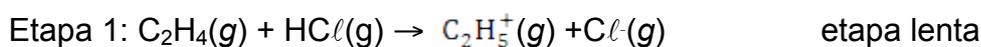


- a) Descreva DUAS razões pelas quais as alterações de pressão e temperatura do $C_2H_5Cl(g)$ aumentam. Suas descrições devem estar em termos do que ocorre em nível molecular.
- b) $C_2H_4(g)$ reage prontamente com $HCl(g)$ para produzir $C_2H_5Cl(g)$, conforme representado pela seguinte equação.



Quando $HCl(g)$ é injetado para dentro do recipiente de $C_2H_4(g)$ a 450 K, aumenta a pressão total. Então, na medida em que a reação prossegue a 450 K, diminui a pressão total. Explique esta diminuição da pressão total em termos do que ocorre em nível molecular.

- c) Propõe-se que a formação de $C_2H_5Cl(g)$ se dar via mecanismo de reação em duas etapas seguintes.



Escreva a lei de velocidade para a reação que é consistente com o mecanismo de reação acima. Justifique a sua resposta.

- d) Identifique um dos intermediários no mecanismo de reação acima.
- e) Utilizando os eixos fornecidos na figura abaixo, trace uma curva que mostra as mudanças de energia que ocorrem durante o progresso da reação. A curva deve ilustrar o mecanismo em duas etapas proposta e o comportamento da variação de entalpia da reação. Indique claramente o que significa cada eixo, a energia de ativação (E_a) para a etapa determinante da velocidade na reação e os reagentes e produtos na equação global.



Resolução:

a)

As duas razões são:

1 - a medida que a temperatura aumenta, a velocidade média das moléculas aumenta e as moléculas mais frequentemente colidem com as paredes do recipiente levando ao aumento da pressão.

2 - como a temperatura aumenta, a energia cinética média das moléculas aumenta e as moléculas se chocam nas paredes do recipiente com uma força maior levando também ao aumento da pressão.

b)

A diminuição da pressão após o aumento inicial é uma consequência da reação que produz menos números de moléculas de gás do que consome. Quando menos números de moléculas de gás estão presentes, há menos colisões com as paredes do recipiente, o que resulta numa diminuição da pressão.

c)

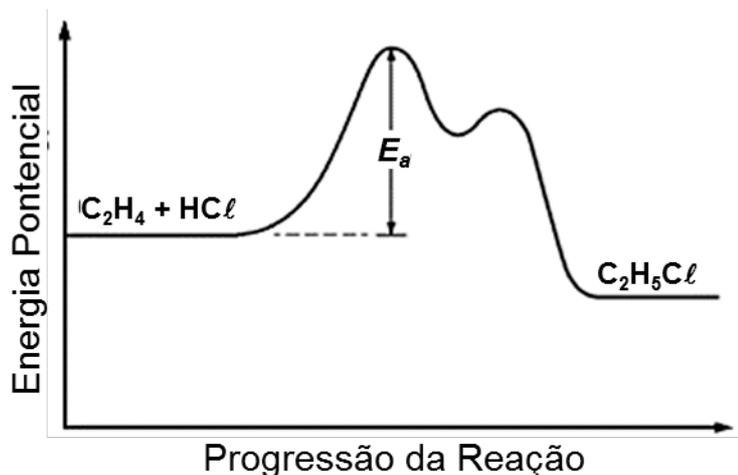
A etapa lenta é a etapa determinante para a formação do C_2H_5Cl , logo a velocidade da reação depende somente das concentrações dos reagentes C_2H_4 e HCl que resulta em

$$v = k[C_2H_4][HCl]$$

d)

Na etapa 1 se dá a fase intermediária com a formação dos íons, esses são os intermediários, ou seja, pode ser $C_2H_5^+(g)$ ou $Cl^-(g)$.

e)



Questão 15

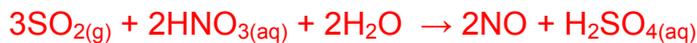
Atualmente, muitos suplementos alimentares contêm substâncias que beneficiam naturalmente a produção do óxido nítrico no organismo. Como fármaco, a produção de óxido nítrico se inicia com a reação entre dióxido de enxofre, ácido nítrico e água, originando, além desse gás, o ácido sulfúrico. Como produto final, o óxido nítrico é comercializado em cilindros de 32 litros, diluído em nitrogênio com uma concentração máxima de 0,08 % em massa e chega a fornecer cerca de 4.800 litros de gás a 25 °C e 1 atmosfera.

- Escreva a equação química da reação de produção do NO.
- Qual é a massa aproximada de NO contida no cilindro à qual se refere o enunciado da questão?
- Determine a densidade do óxido nítrico em relação ao ar e ao dióxido de enxofre.
- A densidade de um gás X, em relação ao dióxido de enxofre, é 2. Nas mesmas condições de temperatura e pressão, determine a massa molecular de X.
- Em um recipiente fechado foram colocados 2 mols de $NO_{(g)}$, 4 mols de $SO_{2(g)}$ e 4 mols de $H_{2(g)}$ sem que pudessem reagir entre si. Tendo conhecimento que o volume total ocupado foi de 22,0 L e que a temperatura foi mantida a 0 °C, calcule as frações molares e a pressão total exercida pela mistura.

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

Resolução:

a)



b)

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT$$

$$m = \frac{MpV}{RT} = \frac{(30 \text{ g mol}^{-1}) \times (1 \text{ atm}) \times (4800 \text{ L})}{(0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}) \times (298 \text{ K})} \cong 5893 \text{ g de NO}$$

c)

Densidade do óxido nítrico em relação ao ar:

$$RD = \frac{d(\text{NO})}{d(\text{ar})} = \frac{M(\text{NO})}{M(\text{ar})} = \frac{30 \text{ g mol}^{-1}}{28,9 \text{ g mol}^{-1}} = 1,038$$

Densidade do óxido nítrico em relação ao dióxido de enxofre:

$$RD = \frac{d(\text{NO})}{d(\text{SO}_2)} = \frac{M(\text{NO})}{M(\text{SO}_2)} = \frac{30 \text{ g mol}^{-1}}{64 \text{ g mol}^{-1}} = 0,468$$

d)

$$X(\text{NO}) = \frac{n(\text{NO})}{n_{\text{total}}} = \frac{2 \text{ mol}}{10 \text{ mol}} = 0,2$$

$$X(\text{SO}_2) = \frac{n(\text{SO}_2)}{n_{\text{total}}} = \frac{4 \text{ mol}}{10 \text{ mol}} = 0,4$$

$$X(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n_{\text{total}}} = \frac{4 \text{ mol}}{10 \text{ mol}} = 0,4$$

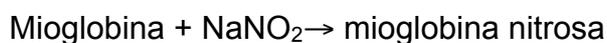
Logo, a pressão total no recipiente é:

$$p_{\text{total}}V = n_{\text{total}}RT$$

$$p_{\text{total}} = \frac{n_{\text{total}}RT}{V} = \frac{(10 \text{ mol}) \times (0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}) \times (273 \text{ K})}{22 \text{ L}} \cong 10,2 \text{ atm}$$

Questão 16

Nitrito de sódio é empregado como aditivo em alimentos tais como bacon, salame, presunto, linguiça e embutidos, para evitar o desenvolvimento do *Clostridium botulinum*, (causador do botulismo) e para propiciar a cor rósea, característica desses alimentos, uma vez que participam da seguinte reação química:



(Obs.: a Mioglobina é uma proteína presente na carne, cor vermelho vivo; por sua vez, a mioglobina nitrosa está presente na carne processada, de cor rósea).

A legislação prevê uma concentração máxima permitida de 0,015 g de NaNO_2 , por 100 g do alimento, uma vez que nitritos são considerados mutagênicos, pois no organismo humano reagem com bases nitrogenadas, formando nitrosaminas, que são carcinogênicas. Sendo a mioglobina uma proteína, ela possui átomos de carbono, entre outros. Entre esses átomos de carbono, uma pequena parte corresponde ao carbono-14, radioativo e emissor de partículas Beta (β).

a) Quando um desses núclídeos emite radiação, a estrutura molecular da proteína sofre uma pequena mudança, devida à transmutação de um átomo do elemento carbono em um átomo de outro elemento. Descreva a equação nuclear correspondente:

b) Átomos de carbono-14 podem ser obtidos pelo bombardeamento de átomos de nitrogênio da atmosfera por raios cósmicos de alta energia (isto é, prótons, fótons, núcleos pesados, etc). Os raios cósmicos interagem com núcleos presentes na atmosfera, gerando partículas de energia mais baixa, como os nêutrons. Esses são absorvidos por átomos de nitrogênio-14 e transformam-se em carbono-14. Equacione esse processo nuclear:

c) O tempo de meia-vida do carbono-14 é de 5730 anos. A abundância do carbono-14 em um organismo vivo é de cerca de 10 ppb (partes por bilhão). Assim, a descoberta de um alimento fossilizado que contenha cerca de 1,25 ppb de carbono 14 pode ter a sua 'idade' estimada em quantos anos? Justifique:

d) Considerando a meia-vida do item anterior, determine a vida média e a constante cinética do carbono-14: ($\ln 2 = 0,693$)

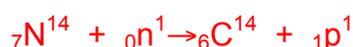
e) A matéria orgânica viva possui uma relação carbono-14/carbono-12 constante. Se o organismo morre, a razão é alterada com o tempo, de forma exponencial. Em um acidente ecológico, ocorreu uma mortandade de animais, devido a um possível vazamento de produtos químicos orgânicos de uma fábrica próxima àquele meio ambiente. Como é possível, através das análises pertinentes da relação carbono-14/carbono-12, que a mortandade não ocorrera de causas naturais, mas deveu-se a produtos químicos daquela fábrica?

Resolução:

a)



b)



c)

$$10 \text{ ppb} \rightarrow 5 \text{ ppb} \rightarrow 2,5 \text{ ppb} \rightarrow 1,25 \text{ ppb}$$

Como ocorreram três etapas de meia-vidas, cada uma delas com 5730 anos, a data estimada é de três vezes esse valor, isto é, 17190 anos

d)

A vida média de um isótopo radioativo é o tempo médio que um isótopo instável leva para desintegrar (ou decair). A vida média é determinada por $P = V_m \cdot \ln 2$, onde P é a meia vida e V_m a vida média.

$$\text{Logo, } V_m = P / \ln 2 = 5730 / 0,693 = 8260 \text{ anos}$$

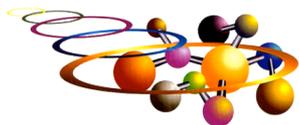
A **constante radioativa** determina o número de átomos em relação a uma determinada faixa de tempo. Nessa relação, temos que quanto maior for a quantidade de átomos na amostra radioativa, maior será a velocidade em que ocorrerá a desintegração, isto é,

$$C = 1/t$$

$$\text{Para o C-14, temos: } C = 1/5730 = 1,7 \times 10^{-4} \text{ anos}$$

e)

A razão C^{14}/C^{12} é constante, enquanto os organismos estão vivos, pois a ingestão de alimentos ricos em carbono mantém essa razão. Com a morte, essa razão é alterada, uma vez que não ocorre mais a ingestão. Assim, a razão decresce porque a quantidade de C-14 também diminui. A morte por ingestão de produtos orgânicos aumenta, de forma artificial, a razão C^{14}/C^{12} . Portanto, se essa razão se mantiver acima do esperado, é de se esperar que a morte tenha sido por envenenamento.



CIÊNCIA ALIMENTANDO O BRASIL

“Ciência alimentando o Brasil” é o tema da 13ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia - SNCT 2016 e tem por objetivo discutir a importância da qualidade dos alimentos para a população, com o desenvolvimento de pesquisa e novas tecnologias sobre a segurança alimentar.

O controle de qualidade dos alimentos se refere a toda e qualquer ação que visa melhorar as boas práticas nos procedimentos de higiene e manipulação dos alimentos, seguindo os padrões sanitários da legislação vigente, a fim de mantê-los livres de qualquer contaminação e minimizando os riscos à saúde da população.

O consumidor deve ficar atento à origem dos alimentos que consome, assim como às técnicas empregadas na sua produção. Dessa forma, é indispensável promover o consumo de alimentos oriundos da agricultura familiar, visando a preservação e valorização dos alimentos típicos encontrados nos territórios rurais.

A produção de alimentos sustentáveis leva em conta fatores como a manutenção da biodiversidade, o equilíbrio do fluxo de nutrientes, a conservação da superfície do solo e a utilização eficiente da água. Além disso, inclui os fatores sociais, como a geração de trabalho e renda, a promoção de educação, do aperfeiçoamento técnico e da qualidade de vida.

Assim, o desafio atual é socializar o conhecimento da ciência Química e promover o aperfeiçoamento das pesquisas, de forma a assegurar a qualidade dos produtos alimentícios, bem como contribuir para a permanente melhoria da vida em sociedade.

A Comissão.

PARTE A - QUESTÕES MÚLTIPLA ESCOLHA

Questão 1 - Um estudante formulou as proposições abaixo:

I - No estado sólido, as ligações de hidrogênio presentes na água sofrem um rearranjo, resultando em efeitos estruturais que conferem menor densidade ao estado sólido do que ao líquido.

II - Quanto maior for a eletronegatividade do átomo ligado ao hidrogênio na molécula, maior será a densidade de carga negativa no hidrogênio e, portanto, mais fraca será a interação com a extremidade positiva de outras moléculas.

III - As temperaturas de ebulição do tetraclorometano (CCl_4) e metano (CH_4) são iguais a $+77^\circ\text{C}$ e -164°C , respectivamente; logo, a energia necessária para quebrar as ligações C – Cl é maior que aquela necessária para quebrar as ligações C – H.

IV - Pesquisando os dados referentes à temperatura de ebulição e à massa molar de algumas substâncias, o estudante construiu a seguinte tabela:

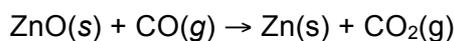
Substância	$T_{\text{ebulição}}(^{\circ}\text{C})$	Massa molar (g/mol)
H_2O	100	18,0
H_2S	-50	34,0
H_2Se	-35	81,0
H_2Te	-20	129,6

O estudante, ao verificar que a água apresenta temperatura superior às demais substâncias, concluiu que essa observação pode ser explicada pelo aumento das massas molares e das interações intermoleculares, respectivamente.

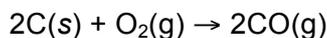
Assinale a alternativa que indica as proposições corretas:

- a) **I e IV**
- b) I, II e III
- c) II, III e IV
- d) I, II, III e IV
- e) I, II e IV

Questão 2 - O zinco (do alemão *Zink*; Zn) é um elemento químico essencial para o nosso organismo, pois é responsável por inúmeras funções, como a síntese de proteínas, o funcionamento de alguns hormônios, o bom funcionamento do sistema imunológico e, também, do reprodutor. O zinco metálico pode ser obtido a partir de óxido de zinco, ZnO, pela reação a alta temperatura com o monóxido de carbono, CO.



O monóxido de carbono é obtido a partir de carbono.



Assinale a alternativa que indica a quantidade máxima de zinco (em gramas) que pode ser obtida a partir de uma amostra de 75,0 g de óxido de zinco com pureza de 87 % e 10,0 g de carbono.

- f) 52,4
- g) 35,3
- h) 54,4
- i) 36,6
- j) 65,3

Resolução:

Cálculo da massa de CO formada a partir de 10 g de C:

$$m = (10 \text{ g de C}) \frac{(56 \text{ g de CO}) \times}{24 \text{ g de C}} = 23,3 \text{ g de CO}$$

Cálculo do número de mols dos reagentes na reação para determinar o reagente limitante:

$$\text{ZnO: } n = (0,87 \times 75 \text{ g de ZnO}) \times \frac{1 \text{ mol de ZnO}}{81,4 \text{ g de ZnO}} = 0,80 \text{ mol de ZnO}$$

$$\text{CO: } n = (23,3 \text{ g de CO}) \times \frac{1 \text{ mol de CO}}{28 \text{ g de CO}} = 0,83 \text{ mol de CO}$$

Logo, o reagente limitante é o ZnO. Então a massa de Zn é:

$$m = (0,87 \times 75 \text{ g de ZnO}) \times \frac{65,4 \text{ g de Zn}}{81,4 \text{ g de ZnO}} = 52,42 \text{ g de Zn}$$

Questão 3

A ebulioscopia é uma técnica utilizada para a determinação da massa molar de substâncias desconhecidas. As substâncias moleculares são dissolvidas em solventes como benzeno, hexano ou tetracloreto de carbono, e em função do efeito coligativo a massa molar é determinada. Num determinado ensaio de laboratório, um técnico dissolveu 2,0 g de uma substância desconhecida (não iônica) em 63 mL de CCl_4 . Considerando os dados abaixo e a temperatura de ebulição da solução de 77°C , assinale a alternativa que indica a massa molar aproximada da substância dissolvida.

Dados: $T_f = 250 \text{ K}$

$$T_e = 349,5 \text{ K}$$

Densidade (CCl_4) = $1,59 \text{ kg/L}$ a 20°C

$$K_c = 29,8 \text{ K.kg.mol}^{-1}$$

$$K_e = 5,00 \text{ K.kg.mol}^{-1}$$

- a) 200 g/mol
- b) 250 g/mol
- c) 90 g/mol
- d) 100 g/mol
- e) 80 g/mol

Resolução

A equação da elevação de temperatura ebulioscópica é:

$$\Delta T_e = K_e \cdot b$$

em que b é a concentração molal (mol kg^{-1}),

$$b = \frac{n_x}{m(\text{CCl}_4 \text{ em kg})} = \frac{m_x}{M_x \times m(\text{CCl}_4 \text{ em kg})} = \frac{m_x}{M_x \times d \times V}$$

Substituindo na equação a expressão fica:

$$\Delta T_e = T_e' - T_e = \frac{K_e \times m_x}{M_x \times d \times V}$$

$$M_x = \frac{K_e \times m_x}{(T_e' - T_e) \times d \times V}$$

$$M_x = \frac{(5,0 \text{ K kg mol}^{-1}) \times (2,00 \text{ g})}{(350 \text{ K} - 349,5 \text{ K}) \times (1,59 \text{ kg L}^{-1}) \times \left(63 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}}\right)} \approx 200 \text{ g mol}^{-1}$$

Questão 4

O pH do suco gástrico em um indivíduo normal é igual a 2,00. Porém, devido a certos distúrbios esse valor pode chegar a 1,50 e a sensação de desconforto causada recebe o nome de azia. Uma das maneiras de restaurar o pH ao nível normal é através da ingestão de antiácidos, como o bicarbonato de sódio. Considerando que o volume de suco gástrico de um indivíduo é 400 mL, assinale a alternativa que indica a massa de bicarbonato de sódio presente num comprimido de antiácido capaz de restaurar o pH do suco gástrico no volume considerado.

Dados: $\log 3 = 0,5$ $10^{0,5} = 3,16$

- a) 0,672 g
- b) 0,267 g
- c) 0,476 g
- d) 0,785 g
- e) 1,145 g

Resolução

No indivíduo normal, pH do suco gástrico é 2.

$$[H^+] = 10^{-pH} : [H^+] = 10^{-2} = 0,01 \text{ mol/L}$$

No indivíduo com azia, $pH = 1,5$

$$[H^+] = 10^{-1,5}$$

Como o $\log 3 = 0,5$: $10^{0,5} = 3,16$, assim teremos:

$$[H^+] = 10^{-1,5} = 10^{0,5} \times 10^{-2} = 3 \times 10^{-2} = 0,0316 \text{ mol/L}$$

Portanto para elevar o pH do suco gástrico de 1,5 para 2 a variação de concentração, isto é, o que terá que ser neutralizado é $(0,0316 \text{ mol/L} - 0,01 \text{ mol/L}) = 0,0216 \text{ mol/L}$

Como o volume de suco gástrico é 400 mL = 0,4 L então o número de mol de HCl que deverá ser neutralizado é: $n = 0,0216 \times 0,4 = 0,00864 \text{ mol}$.

A reação de neutralização com o bicarbonato de sódio fica:



A estequiometria da reação é de 1:1, dessa forma o número de mol de $NaHCO_3$ que deverá reagir é 0,00864 mol.

$NaHCO_3$ $M = 84 \text{ g/mol}$

$$\begin{array}{r} 1,0 \text{ mol de } NaHCO_3 \text{ ----- } 84 \text{ g} \\ 0,00864 \text{ mol} \text{ ----- } m \\ m = 0,726 \text{ g} \end{array}$$

Questão 5

Quando uma pequena quantidade de íons H^+ ou OH^- é adicionada à água destilada a $25^\circ C$, ocorrem variações no pH . Considere que um pequeno cristal de $NaOH$ de massa igual a $0,4$ micrograma foi adicionado a $1,0$ litro de água destilada. Essa quantidade é tão pequena que não ocorre variação de volume. Mesmo assim, é capaz de modificar o pH da água pura. Assinale a alternativa que indica o valor do novo pH :

Dados: $K_w = 1 \times 10^{-14}$ a $25^\circ C$

$$\log 1,1 = 0,04$$

- a) 7,04
- b) 5,96
- c) 6,00
- d) 7,02
- e) 8,04

Resolução

A massa de $NaOH$ adicionada foi $0,4 \mu g = 0,4 \times 10^{-6} g = 4,0 \times 10^{-7} g$

Dividindo essa massa pela massa molar do $NaOH$, que é $40g/mol$

$$n = 4,0 \times 10^{-7} / 40 = 1,0 \times 10^{-8} \text{ mol}$$

Como o $NaOH$ é uma base forte e essa quantidade foi adicionada a $1,0$ litro de água, então:

$$[OH^-]_{adic} = 1,0 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

Na água pura a $25^\circ C$, $[H^+] = [OH^-] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$, porém a adição de base forte irá diminuir para x a concentração de água dissociada, respeitado o K_w .

$$[H^+]_{\text{água}} = [OH^-]_{\text{água}} = x$$

$$K_w = [H^+] [OH^-] = x \cdot (1,0 \cdot 10^{-8} + x) = 1,0 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2/L^2$$

$$x^2 + 1 \cdot 10^{-8} x - 1,0 \cdot 10^{-14} = 0$$

$$\text{Raiz positiva: } x = (-1 \cdot 10^{-8} + 2,0 \cdot 10^{-7}) / 2 = 9,5 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$[OH^-]_{tot} = [OH^-]_{adic} + [OH^-]_{\text{água}} = 1,0 \cdot 10^{-8} + 9,5 \cdot 10^{-8} = 1,05 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$pOH = -\log [OH^-]_{tot} = -\log 1,05 \cdot 10^{-7} = 6,98$$

$$pH = 14,00 - 6,98 = 7,02$$

Resposta correta, d) 7,02

Utilizando-se a aproximação $[OH^-]_{tot} = 1,1 \cdot 10^{-7}$ e a informação da prova: $\log 1,1 = 0,04$ (para quem não dispunha de calculadora com cálculo de log)

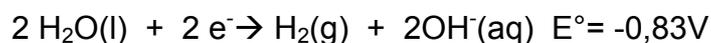
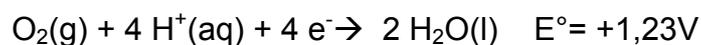
$$pOH = -\log [OH^-]_{tot} = -\log (1,1 \times 10^{-7}) = -0,04 + 7 = 6,96$$

$$pH = 14,00 - 6,96 = 7,04$$

Resposta também aceita, a) 7,04

Questão 6

A eletrólise é um processo químico não espontâneo aplicado em diversas etapas de fabricação de produtos. Para realizar a eletrólise da água é necessário fornecer certa quantidade de energia através de uma fonte de energia elétrica. Porém, como a água pura é um mau condutor de corrente elétrica, faz-se necessário adicionar uma pequena quantidade de K_2SO_4 para tornar o meio condutor. Com base nas semirreações a seguir, assinale a alternativa que indica a quantidade de energia que a bateria deve fornecer para decompor 1,0 mol de água?



Dados: Constante de Avogadro = $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Carga elementar $1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

Constante de Faraday = $9,65 \times 10^4 \text{ C}$

a) $\geq + 397,6 \text{ kJ/mol}$

b) $\leq - 397,6 \text{ kJ/mol}$

c) $\leq - 795,2 \text{ kJ/mol}$

d) $\geq + 795,2 \text{ kJ/mol}$

e) $\geq + 198,8 \text{ kJ/mol}$

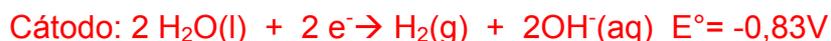
Resolução

A relação entre a energia livre que irá realizar trabalho elétrico na célula eletrolítica é calculada pela expressão:

$$\Delta G^\circ = -n.F.\Delta E^\circ$$

Conhecendo o ΔE° da célula calcula-se o ΔG° .

As semirreações informadas são reduções e como a eletrólise é um processo não espontâneo, no cátodo ocorre redução (não espontânea) das moléculas de água e no ânodo ocorre a oxidação (não espontânea) das moléculas de água, conforme vemos nas equações abaixo:



Dividindo a segunda equação por 2 e somando as semirreações, obtêm-se:



Após o ajuste verifica-se que o número de mol de elétrons por mol de água é 2 assim:

$$\Delta G^\circ = -n.F.\Delta E^\circ$$

$$\Delta G^\circ = -2 \times 96500 \times (-2,06) = + 397.580 \text{ J} = + 397,58 \text{ KJ/mol de água.}$$

Questão 7

A ingestão de alimentos gordurosos pode causar uma elevação no índice de colesterol no indivíduo e, como conseqüência, geram-se obstruções nas artérias. Um dos exames mais utilizados para verificar tais obstruções é a cintilografia do miocárdio. Para realizá-lo, o paciente recebe uma dose de contraste que contém tecnécio metaestável (Tc-99). Esse isótopo emite radiação gama, com uma constante de decaimento igual a $3,2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$. Considerando um paciente que recebeu uma quantidade de contraste às 14 horas de uma segunda feira, e sabendo que após 8 meias-vidas a radiação volta ao nível seguro, assinale a alternativa que indica em qual dia da semana e hora isto irá acontecer com o paciente.

Dados: $\ln 2 = 0,693$

- a) 14 horas da quarta-feira
- b) 08 horas da manhã da quarta-feira
- c) 14 horas da quinta-feira
- d) 12 horas da quarta-feira
- e) 20 horas da quarta-feira

Resolução

É necessário calcular o período de meia-vida,

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0,693}{3,2 \times 10^{-5}} = 21656,25 \text{ s}$$

$$k = 3,2 \times 10^{-5}$$

$$\text{Transformando para horas fica: } t_{1/2} = \frac{21656,25}{3600} = 6,0 \text{ horas}$$

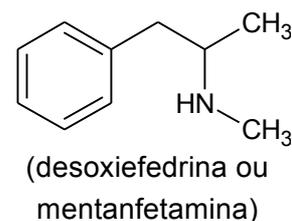
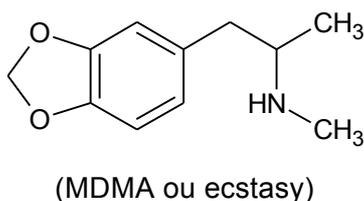
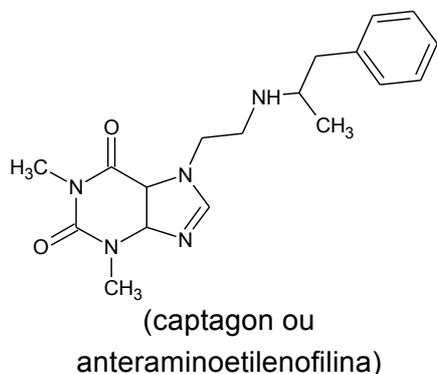
Como o nível de radiação fica seguro após 8 meias-vidas então:

$$t = x.t_{1/2}$$

$$t = 8 \times 6 = 48 \text{ horas}$$

Ou seja, após dois dias. De acordo com as alternativas apresentadas isso acontece a partir das 14 horas de quarta-feira.

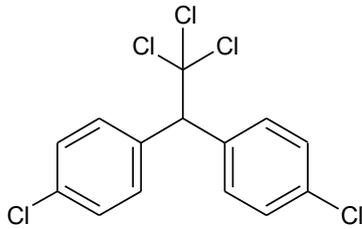
Questão 8 - Na nossa alimentação utilizamos alcalóides, substâncias que atuam sobre o sistema nervoso central, como a cafeína, teobromina, teofilina etc. Vários alcalóides aumentam a concentração mental, o vigor físico, a resistência à fadiga, o sentimento de onipotência, a determinação e iniciativa, além de inibir a autocensura. Atualmente são conhecidas muitas substâncias sintéticas que potencializam esses efeitos, por serem drogas psicotrópicas, causando dependência física e química. Por exemplo, os terroristas do Estado Islâmico, costumam usar o captagon, substância formada pela ligação de uma anfetamina com a teofilina. Pertence à mesma família do ecstasy e da metanfetamina. Dadas as fórmulas estruturais abaixo marque a alternativa CORRETA.



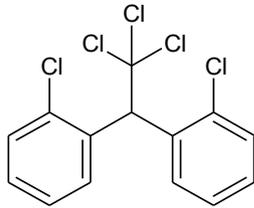
- O grupo funcional amina, presente nestas moléculas, é responsável pelos efeitos sobre o sistema nervoso central.
- Em cada uma das moléculas há um carbono assimétrico ou centro de quiralidade. Portanto, cada uma dessas substâncias apresenta as configurações *Z* e *E*.
- No captagon, além da amina, há uma função cetona.
- Nas três substâncias há um anel aromático, responsável pelos efeitos sobre o sistema nervoso central.
- Essas três substâncias são solúveis em água, pois apresentam um hidrogênio ligado a átomo eletronegativo, capaz de formar ligações hidrogênio.

Questão 9 - O DDT foi um dos primeiros pesticidas modernos, tendo sido utilizado com sucesso em lavouras e no combate aos mosquitos vetores da malária e do tifo, o que rendeu o prêmio Nobel ao químico suíço Paul Müller. Seu uso intenso após a Segunda Guerra Mundial permitiu a erradicação da dengue no Brasil na década de 1950, porém, estudos realizados na década seguinte indicaram que o DDT poderia gerar impactos ambientais significativos, além de apresentar propriedades carcinogênicas. Estruturalmente, o DDT apresenta fórmula molecular $C_{14}H_9Cl_5$, com um carbono terciário ligado a dois anéis aromáticos, cada um contendo um átomo de cloro na posição *para*. Ligado ao carbono terciário também se encontra um carbono totalmente saturado com átomos de cloro. A estrutura que representa corretamente o DDT é:

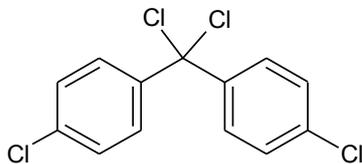
a)



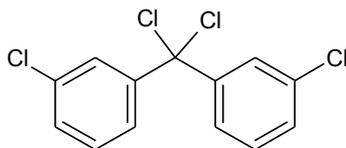
b)



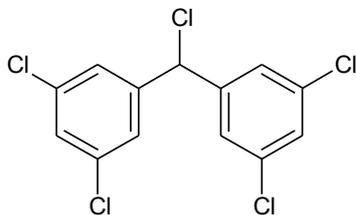
c)



d)

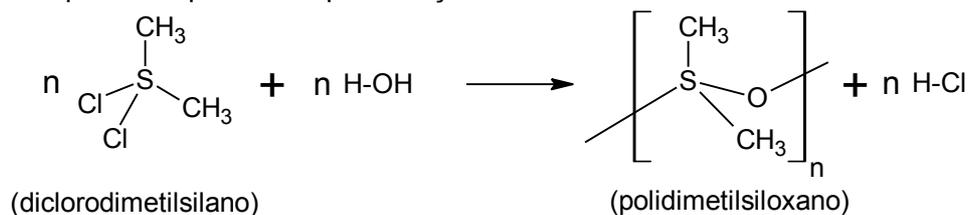


e)

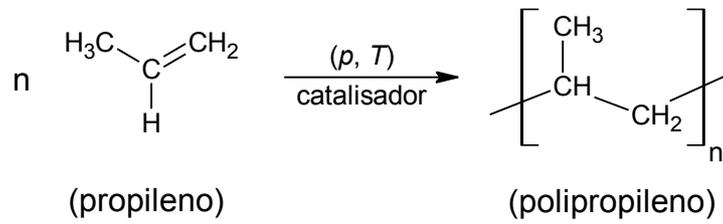


[A opção CORRETA é a letra "a"]

Questão 10 - O aumento da produção de alimentos e de muitos outros produtos exige, cada vez mais, técnicas modernas para seu transporte e conservação. Assim, muitas pesquisas são realizadas para a descoberta de novos materiais, incluindo a produção de polímeros. Por exemplo, o polidimetilsiloxano (PDMS) pode expandir 30 vezes seu volume, quando em pressão reduzida. Essa propriedade pode ser aplicada, por exemplo, para vedar furos em tanques de combustível de aviões e, assim, evitar acidentes. O PDMS pode ser produzido pela reação:



Outro polímero muito utilizado como plástico de proteção e conservação de alimentos em supermercados é o polipropileno, obtido pela reação:



Comparando esses dois polímeros, marque a alternativa incorreta:

- a) Tanto polipropileno como PDMS são copolímeros.
- b) PDMS é um polímero de condensação.
- c) Polipropileno é um polímero de adição.
- d) PDMS é um copolímero.
- e) Polipropileno é um homopolímero.

PARTE B - QUESTÕES ANALÍTICO-EXPOSITIVAS

Questão 11

A fonte de oxigênio que aciona o motor de combustão interna de um automóvel é o ar. O ar é uma mistura de gases, principalmente, N_2 (~79 %) e O_2 (~21 %). No cilindro de um motor de automóvel, o nitrogênio pode reagir com o oxigênio para produzir o gás de óxido nítrico, NO. Como o NO é emitido a partir do tubo de escape do carro, ele pode reagir com mais oxigênio para produzir gás de dióxido de nitrogênio.

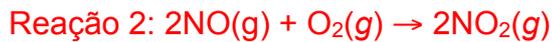
- f) Apresente as estruturas de Lewis (representação por pontos) para o óxido de nitrogênio e dióxido de nitrogênio. Qual é a geometria e hibridação sobre o átomo N? Justifique a sua resposta.
- g) Escreva as equações químicas balanceadas para ambas as reações.
- h) Tanto o óxido de nitrogênio e dióxido de nitrogênio são poluentes que podem levar à chuva ácida e aquecimento global; coletivamente, eles são chamados de gases "NO_x". Em 2007, os Estados Unidos emitiram aproximadamente 22 milhões de toneladas de dióxido de nitrogênio na atmosfera. Considere que a reação do nitrogênio e oxigênio seja completa e estime quantos gramas de O_2 foram consumidos para isso.
- i) Os termos chuva ácida e aquecimento global foram citados no item (c). Com base em seus conhecimentos defina com clareza esses respectivos termos. Além dos gases No_x, quais os outros gases que conjuntamente são responsáveis pela chuva ácida? Justifique sua resposta.
- j) A produção dos gases NO_x é uma reação lateral indesejada do principal processo de combustão do motor que transforma octano (C_8H_{18}), em CO_2 e água. Se 85 % do oxigênio em um motor são usados para fazer a combustão do octano e o restante usado para produzir o dióxido de nitrogênio, calcule quantos gramas de dióxido de nitrogênio seriam produzidos durante a combustão de 500 gramas de octano.

Resolução:

a)

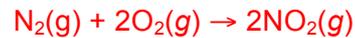
	Óxido de nitrogênio	Dióxido de nitrogênio
Estrutura Lewis	$\ddot{N}=\ddot{O}$	$\ddot{O}-\ddot{N}=\ddot{O}$
Geometria	Linear	Angular
Hibridação	sp^2	sp^2

b)



c)

A reação geral estequiométrica para formar NO_2 é



Logo, a massa de O_2 em gramas é

$$m = (22 \times 10^6 \text{ l de NO}_2) \times \frac{10^3 \text{ kg}}{1 \text{ l}} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol de NO}_2}{46 \text{ g de NO}_2} \times \frac{2 \text{ mol de O}_2}{2 \text{ mol de NO}_2} \times \frac{32 \text{ g de O}_2}{1 \text{ mol de O}_2}$$
$$= 15,3 \times 10^{12} \text{ g de O}_2$$

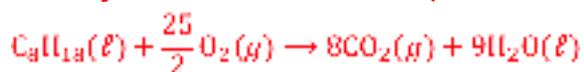
d)

Chuva ácida – é consequência da dissolução de poluentes concentrados na atmosfera, tais como óxidos de nitrogênio, óxidos de carbono e óxidos de enxofre no vapor de água no ciclo hidrológico, resultando na precipitação de água, na forma de chuva, neve ou vapor com pH inferior a 5,6.

Efeito Estufa- é o aumento da temperatura média dos oceanos e da camada de ar próxima à superfície da Terra que pode ser consequência de causas naturais e atividades humanas. Isto se deve principalmente ao aumento das emissões de gases na atmosfera que causam o efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono (CO_2).

e)

A reação de combustão completa do C_8H_{18} é:



Fazendo o cálculo da massa de O_2 (85 %), tem-se:

$$m = (500 \text{ g de C}_2\text{H}_6) \times \frac{400 \text{ g de O}_2}{114 \text{ g de C}_2\text{H}_6} = 1754,4 \text{ g de O}_2$$

Logo 15 % em massa de O_2 , corresponde:

$$m = (1754,4 \text{ g de O}_2) \times \frac{15\% \text{ de O}_2}{85\% \text{ de O}_2} = 309,6 \text{ g de O}_2$$

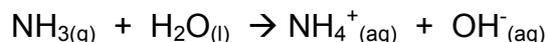
Usando a reação de geral para formar NO_2 , calcula-se a massa deste:



$$m = (309,6 \text{ de O}_2) \times \frac{92 \text{ g de NO}_2}{64 \text{ g de O}_2} = 445,1 \text{ g de NO}_2$$

Questão 12 –

Quando a amônia se dissolve em água, ela ioniza e estabelece o equilíbrio a seguir:



Uma solução de amoníaco foi preparada dissolvendo 0,04 mol de amônia em 200 mL de água sem que nenhuma variação de volume fosse observada e o pH da solução foi 11,3. Se um sal com um íon comum (p. ex., exemplo, cloreto de amônio) for adicionado ao sistema, o equilíbrio irá se deslocar até que se restabeleça uma nova situação de equilíbrio. Por apresentar um odor relativamente forte e irritante enquanto o equilíbrio estiver sendo restabelecido o odor da amônia ficará mais evidenciado. Diante da situação apresentada, responda aos itens a seguir:

- Qual o valor do grau de ionização e da constante de ionização da amônia?
- Ao adicionar o cloreto de amônio o equilíbrio sofreu uma perturbação. Para qual lado o equilíbrio se deslocou, explique utilizando o Princípio de Le Chatelier.
- Como se chama a solução resultante após a adição do sal? Explique.
- Se a quantidade de sal adicionada foi 1,07 g, qual o novo pH da solução?
- Quais são os pares conjugados e a geometria das espécies químicas nitrogenadas na equação inicial?

Dados: $\log 2 = 0,3$; $\log 3 = 0,5$; $\log 5 = 0,7$

$$K_b = 2,00 \times 10^{-5}$$

Resolução

a)

Concentração molar da amônia é

$$[\text{NH}_3] = \frac{0,04 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,2 \text{ mol L}^{-1}$$

Se o $pH = 11,3$, então $pOH = 14 - 11,3 = 2,7$, logo:

$$[\text{OH}^-] = 10^{-pOH} = 10^{-2,7} = 10^{0,3} \times 10^{-3} \approx 2 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

Então, o grau de ionização da amônia é

$$\alpha = \frac{[\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{2 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}}{0,2 \text{ mol L}^{-1}} = 0,01 \text{ ou } 1,0 \%$$

- b) A adição de NH_4Cl irá aumentar a concentração de íons amônio no equilíbrio e isso irá deslocá-lo para o lado dos reagentes.

c) Solução tampão, pois após adição do sal forma-se um par conjugado $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$

d)

A massa molar de NH_4Cl é $53,5 \text{ g mol}^{-1}$. O número de mol de sal adicionado é:

$$n = \frac{1,07 \text{ g}}{53,5 \text{ g mol}^{-1}} = 0,02 \text{ mol}$$

Considerando que não houve variação de volume, temos:

$$[\text{NH}_3] = 0,2 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{NH}_4\text{Cl}] = \frac{0,02 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{pOH} = \text{p}K_b + \log \frac{[\text{sal}]}{[\text{base}]} = -\log K_b + \log \frac{[\text{sal}]}{[\text{base}]}$$

$$\text{pOH} = -\log(2,0 \times 10^{-5}) + \log \frac{0,1}{0,2} = -\log 2 - \log 10^{-5} + \log 5 + \log 10^{-1} = -0,3 + 5 + 0,7 - 1 = 4,4$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 4,4 = 9,6$$

e)

Pares conjugados: $\text{H}_2\text{O}/\text{NH}_3$ e $\text{NH}_4^+/\text{OH}^-$

Espécie	Geometria
Amônia, NH_3	Piramidal
Íon amônio, NH_4^+	Tetraédrica

Questão 13

Em uma atividade experimental de Química, um grupo de alunos estudou o comportamento ácido/base de diversas substâncias. Os resultados obtidos com os experimentos estão sumarizados no quadro abaixo.

Experimento	Sistema/Solução	Observação
1	$\text{NaNO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	Formação de uma solução levemente básica.
2	$\text{K}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	Formação de uma solução básica e liberação de um gás.
3	$\text{NaH}_2\text{PO}_4(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	Formação de uma solução ácida.
4	$\text{HCOOH}(\text{aq})$	$\text{pH} = 2,40$
5	$\text{HCOOH}(\text{aq})$	$\text{pH} = 4,50$

a) Escreva uma equação química que represente o processo ocorrido no experimento 2.

b) Justifique o resultado obtido no experimento 3. Complete a sua resposta escrevendo uma equação química que justifique a observação no experimento 3.

c) Leia as afirmações que são apresentadas abaixo. Marque (V) para aquelas que julgar verdadeiras e (F) para aquelas que julgar falsas.

() No experimento 1 utilizou-se uma substância que pode ser classificada como uma base de Bronsted-Lowry.

() A diferença de pH observada nos experimentos 4 e 5 pode ser justificada pela força do ácido utilizado.

() Uma solução aquosa de H_2SO_4 , na mesma concentração da solução usada no experimento 4, apresenta um valor de pH maior que 2,40.

() O $HCOOH$ do experimento 4 pode ser classificado como um ácido de Arrhenius.

d) Considere a seguinte afirmativa: “*nos experimentos 1 e 3, se utilizarmos a mesma massa dos dois sais e o mesmo volume de água, as soluções resultantes apresentarão a mesma temperatura de ebulição.*” Indique se esta afirmativa é verdadeira ou falsa e justifique sua resposta.

e) Com base nos valores de pH observados nos experimentos 4 e 5, determine a diferença de concentração do $HCOOH$.

Resolução

a)



b)

O íon $H_2PO_4^-$ é uma espécie que pode receber ou doar próton (H^+) para a água. Logo, tem-se os seguintes equilíbrios:



Ao se observar os produtos em cada equilíbrio representado, percebe-se que o valor de K_a deve ser maior que o valor de K_b , logo, prevalece o comportamento ácido do referido íon. Isso ocorre porque o H_3PO_4 é um ácido mais forte que o $H_2PO_4^-$, logo, o equilíbrio envolvendo o ácido fosfórico deve estar mais deslocado no sentido dos reagentes.

É preciso ressaltar que, segundo a IUPAC o referido íon não é uma espécie anfótera, pois esse comportamento depende do meio no qual se avalia a substância e nesse caso, o meio é a água.

c)

(**V**) No experimento 1 utilizou-se uma substância que pode ser classificada como uma base de Bronsted-Lowry.

(F) A diferença de pH observada nos experimentos 4 e 5 pode ser justificada pela força do ácido utilizado.

(F) Uma solução aquosa de H_2SO_4 , na mesma concentração da solução usada no experimento 4, apresenta um valor de pH maior que 2,40.

(V) O $HCOOH$ do experimento 4 pode ser classificado como um ácido de Arrhenius.

d)

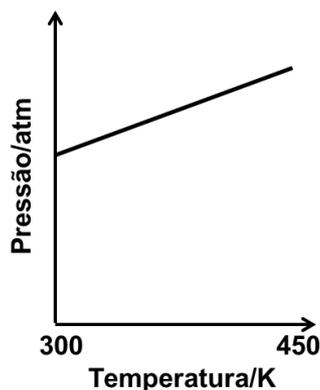
Essa afirmativa é FALSA, porque a mesma massa dos dois sais corresponde a valores diferentes da quantidade de matéria, logo, o número de partículas em solução será diferente para os dois sais, o que levará a variações diferentes na temperatura de ebulição das respectivas soluções.

e)

A concentração da solução usada no experimento 5 é menor do que a concentração usada no experimento 4. Um maior valor de pH está relacionado a uma menor concentração em quantidade de matéria ($mol\ L^{-1}$) da espécie H_3O^+ .

Questão 14

Uma amostra de $C_2H_4(g)$ foi colocada em um recipiente rígido de 2,0 L previamente evacuado e aquecido de 300 K a 450 K. A pressão da amostra é medida e representada no gráfico abaixo:



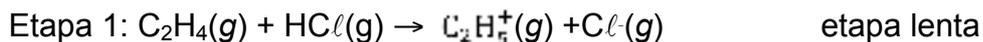
f) Descreva DUAS razões pelas quais as alterações de pressão e temperatura do $C_2H_5Cl(g)$ aumentam. Suas descrições devem estar em termos do que ocorre em nível molecular.

g) $C_2H_4(g)$ reage prontamente com $HCl(g)$ para produzir $C_2H_5Cl(g)$, conforme representado pela seguinte equação.



Quando $HCl(g)$ é injetado para dentro do recipiente de $C_2H_4(g)$ a 450 K, aumenta a pressão total. Então, na medida em que a reação prossegue a 450 K, diminui a pressão total. Explique esta diminuição da pressão total em termos do que ocorre em nível molecular.

h) Propõe-se que a formação de $C_2H_5Cl(g)$ se dar via mecanismo de reação em duas etapas seguintes.



Escreva a lei de velocidade para a reação que é consistente com o mecanismo de reação acima. Justifique a sua resposta.

- i) Identifique um dos intermediários no mecanismo de reação acima.
- j) Utilizando os eixos fornecidos na figura abaixo, trace uma curva que mostra as mudanças de energia que ocorrem durante o progresso da reação. A curva deve ilustrar o mecanismo em duas etapas proposta e o comportamento da variação de entalpia da reação. Indique claramente o que significa cada eixo, a energia de ativação (E_a) para a etapa determinante da velocidade na reação e os reagentes e produtos na equação global.



Resolução:

a)

As duas razões são:

1 - a medida que a temperatura aumenta, a velocidade média das moléculas aumenta e as moléculas mais frequentemente colidem com as paredes do recipiente levando ao aumento da pressão.

2 - como a temperatura aumenta, a energia cinética média das moléculas aumenta e as moléculas se chocam nas paredes do recipiente com uma força maior levando também ao aumento da pressão.

b)

A diminuição da pressão após o aumento inicial é uma consequência da reação que produz menos números de moléculas de gás do que consome. Quando menos números de moléculas

de gás estão presentes, há menos colisões com as paredes do recipiente, o que resulta numa diminuição da pressão.

c)

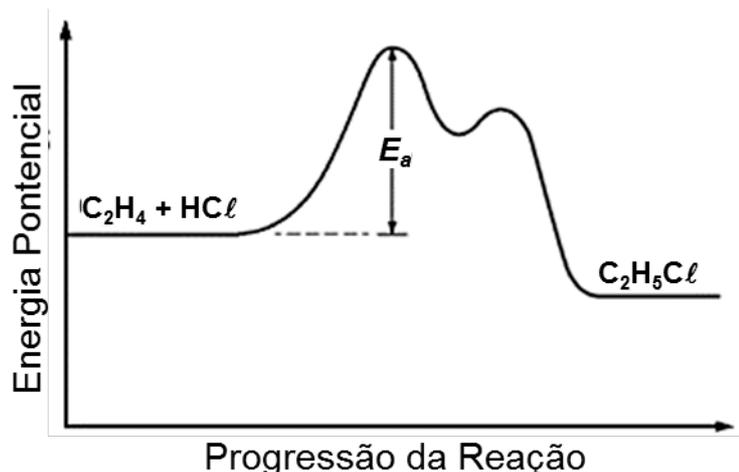
A etapa lenta é a etapa determinante para a formação do C_2H_5Cl , logo a velocidade da reação depende somente das concentrações dos reagentes C_2H_4 e HCl que resulta em

$$v = k[C_2H_4][HCl]$$

d)

Na etapa 1 se dá a fase intermediária com a formação dos íons, esses são os intermediários, ou seja, pode ser $C_2H_5^+(g)$ ou $Cl^-(g)$.

e)



Questão 15

Atualmente, muitos suplementos alimentares contêm substâncias que beneficiam naturalmente a produção do óxido nítrico no organismo. Como fármaco, a produção de óxido nítrico se inicia com a reação entre dióxido de enxofre, ácido nítrico e água, originando, além desse gás, o ácido sulfúrico. Como produto final, o óxido nítrico é comercializado em cilindros de 32 litros, diluído em nitrogênio com uma concentração máxima de 0,08 % em massa e chega a fornecer cerca de 4.800 litros de gás a 25 °C e 1 atmosfera.

a) Escreva a equação química da reação de produção do NO.

b) Qual é a massa aproximada de NO contida no cilindro à qual se refere o enunciado da questão?

c) Determine a densidade do óxido nítrico em relação ao ar e ao dióxido de enxofre.

d) A densidade de um gás X, em relação ao dióxido de enxofre, é 2. Nas mesmas condições de temperatura e pressão, determine a massa molecular de X.

e) Em um recipiente fechado foram colocados 2 mols de $\text{NO}_{(g)}$, 4 mols de $\text{SO}_{2(g)}$ e 4 mols de $\text{H}_{2(g)}$ sem que pudessem reagir entre si. Tendo conhecimento que o volume total ocupado foi de 22,0 L e que a temperatura foi mantida a 0 °C, calcule as frações molares e a pressão total exercida pela mistura.

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

Resolução:

a)



b)

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT$$

$$m = \frac{MpV}{RT} = \frac{(30 \text{ g mol}^{-1}) \times (1 \text{ atm}) \times (4800 \text{ L})}{(0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}) \times (298 \text{ K})} \cong 5893 \text{ g de NO}$$

c)

Densidade do óxido nítrico em relação ao ar:

$$RD = \frac{d(\text{NO})}{d(\text{ar})} = \frac{M(\text{NO})}{M(\text{ar})} = \frac{30 \text{ g mol}^{-1}}{28,9 \text{ g mol}^{-1}} = 1,038$$

Densidade do óxido nítrico em relação ao dióxido de enxofre:

$$RD = \frac{d(\text{NO})}{d(\text{SO}_2)} = \frac{M(\text{NO})}{M(\text{SO}_2)} = \frac{30 \text{ g mol}^{-1}}{64 \text{ g mol}^{-1}} = 0,468$$

d)

$$X(\text{NO}) = \frac{n(\text{NO})}{n_{\text{total}}} = \frac{2 \text{ mol}}{10 \text{ mol}} = 0,2$$

$$X(\text{SO}_2) = \frac{n(\text{SO}_2)}{n_{\text{total}}} = \frac{4 \text{ mol}}{10 \text{ mol}} = 0,4$$

$$X(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n_{\text{total}}} = \frac{4 \text{ mol}}{10 \text{ mol}} = 0,4$$

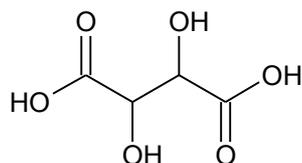
Logo, a pressão total no recipiente é:

$$p_{\text{total}}V = n_{\text{total}}RT$$

$$p_{\text{total}} = \frac{n_{\text{total}}RT}{V} = \frac{(10 \text{ mol}) \times (0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}) \times (273 \text{ K})}{22 \text{ L}} \approx 10,2 \text{ atm}$$

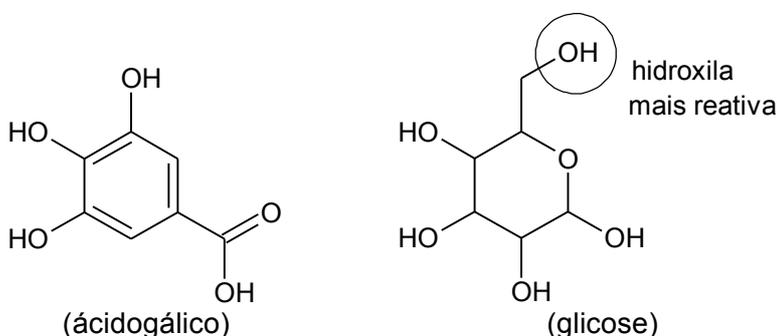
Questão 16 - O vinho é uma bebida alcoólica milenar produzido a partir da fermentação do suco de uva. Mas, por trás da sua fabricação e degustação estão presentes diversas substâncias e fenômenos químicos.

a) Um dos principais constituintes do vinho é o ácido tartárico, fórmula estrutural abaixo.

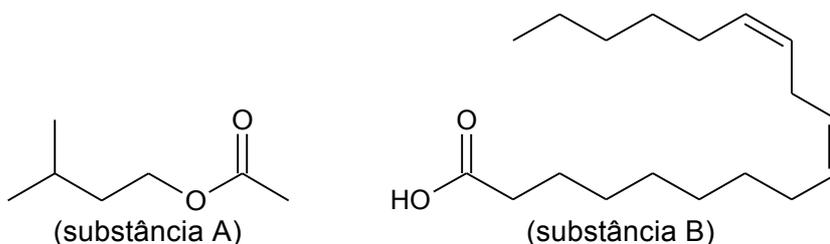


Quantos estereoisômeros são possíveis para o ácido tartárico? Desenhe a estrutura química de cada um deles, evidenciando claramente a configuração de cada estereoisômero.

b) Os vinhos tintos são ricos em substâncias polifenólicas chamadas de taninos, formadas, na maior parte dos casos, a partir da reação entre o grupo hidroxila de um açúcar e o grupo carboxílico do ácido gálico. Forneça a estrutura química do derivado tanino formado pelo ácido gálico e a hidroxila circulado na glicose.



c) Diversas substâncias são responsáveis pelo aroma de um vinho; dentre elas, destacam-se as substâncias **A** e **B**, fórmulas estruturais abaixo:



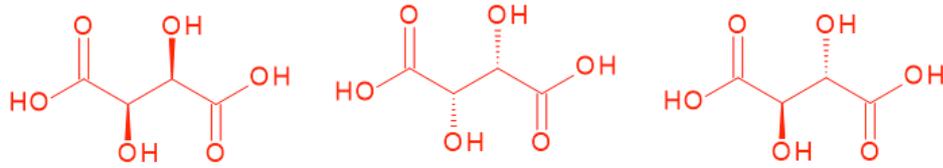
Forneça o nome sistemático, de acordo com as regras da IUPAC, para ambas as moléculas.

d) O sorbato de potássio ($\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COO}^-\text{K}^+$) é um aditivo utilizado como conservante em vinhos adocicados, pois previne a contínua fermentação dos açúcares, em álcool, pelos microrganismos. No entanto, quem de fato realiza a inibição da ação dos microrganismos no vinho é o seu ácido conjugado, o ácido sórbico ($\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$), que tem $pK_a = 4,7$. Para o melhor proveito desta técnica, o vinho deverá apresentar valor de pH igual a 3,5 ou 5,5? Justifique sua resposta.

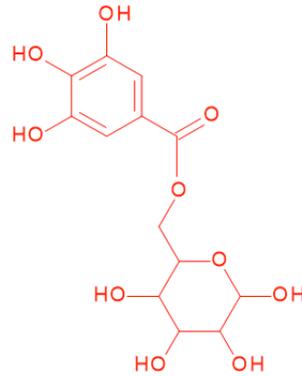
Respostas:

a)

São apenas três isômeros, pois o terceiro é uma substância meso. A estrutura também pode ser dada na projeção de Fisher.



b)



c)

Substância A: etanoato de 3-metilbutila ou etanoato de isopentila

Substância B: ácido *cis,cis*-octadeca-9,12-dienoico ou ácido (9Z,12Z)-octadeca-9,12-dienoico

d)

Em $pH = 3,5$, pois em soluções com valores de pH abaixo do valor de pK_a do ácido, este tende a apresentar-se na sua forma molecular (não ionizada), que é a que apresenta propriedades antimicrobianas, de acordo com o texto.

