

ELITE
PRÉ-VESTIBULAR
c a m p i n a s

ELITE RESOLVE
UNICAMP 2007
2ª FASE

QUÍMICA

www.elitecampinas.com.br
(19) 3251 1012

QUÍMICA

QUESTÃO 1

As plantas estocaram suas reservas de açúcar como amido nas formas de amilose e amilopectina. A amilose é mais dificilmente transformada nos seus açúcares constituintes, conseqüentemente, alimentos ricos em amilose conduzem a um "índice glicêmico" mais baixo do que aqueles ricos em amilopectina. Por conta disso, pesquisadores têm desenvolvido grãos vegetais em que a relação entre as quantidades dessas duas formas de amido é diferente da que se verifica na planta original. O principal interesse dessas pesquisas diz respeito à melhoria da saúde humana pelo uso desses produtos como coadjuvantes no tratamento de certas doenças e no controle de peso corporal.

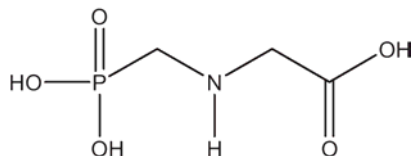
- a) De acordo com o texto e com seus conhecimentos sobre ciências, dê o nome de uma doença cujo tratamento poderia utilizar os produtos resultantes dessa pesquisa.
- b) Se você fosse fabricar um alimento indicado para pessoas que precisassem controlar o peso em valores baixos, que tipo de cereal você usaria preferencialmente: com alto ou baixo teor de amilopectina em relação à amilose?
- c) Também de acordo com o texto, explique resumidamente o que é o "índice glicêmico".

Resolução

- a) Dietas com baixo "índice glicêmico" claramente ajudam na prevenção e no tratamento da obesidade. Outra resposta possível seria diabetes, pois dependendo do estágio da doença, o paciente pode ingerir alimentos com baixos teores de açúcares, que poderiam ser obtidos usando-se amilose, devido a sua baixa demanda insulínica.
 - b) O texto fala que alimentos ricos em amilose conduzem a um "índice glicêmico" mais baixo do que aqueles ricos em amilopectina. Assim, no intuito de controlar o peso, o alimento ideal seria aquele com baixo teor de amilopectina.
 - c) Pode-se dizer que índice glicêmico refere-se a quantidade de açúcares que é obtido a partir da transformação do amido.
- NOTA:** Rigorosamente definido, o índice glicêmico é expresso como a porcentagem de aumento da glicose no sangue provocado por determinado alimento, em relação a uma porção equivalente de pão branco ou glicose. (Wolever- 1985, 1986, 1991, 1992a , 1992b ,1994).

QUESTÃO 2

Os agentes organofosforados tiveram grande desenvolvimento durante a segunda guerra mundial nas pesquisas que visavam à produção de armas químicas. Mais tarde, constatou-se que alguns desses compostos, em baixas concentrações, poderiam ser usados como pesticidas. Dentre essas substâncias destacou-se o glifosato (molécula abaixo representada), um herbicida que funciona inibindo a síntese do ácido chiquímico (ácido 3,4,5-tri-hidroxi-benzóico), um intermediário vital no processo de crescimento e sobrevivência de plantas que competem com a cultura de interesse. Essa via de síntese está presente em plantas superiores, algas e protozoários, mas é ausente nos mamíferos, peixes, pássaros répteis e insetos.

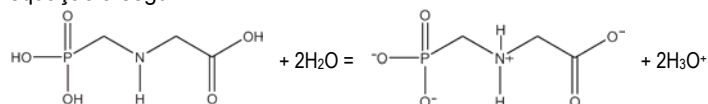


- a) Ao se dissolver o glifosato em água, a solução final terá pH maior, menor ou igual ao da água antes da dissolução? Escreva uma equação química que justifique sua resposta.
- b) O texto fala do ácido chiquímico. Escreva sua fórmula estrutural, de acordo com seu nome oficial dado no texto.
- c) Imagine uma propaganda nos seguintes termos: "USE O GLIFOSATO NO COMBATE À MALÁRIA. MATE O *Plasmodium falciparum*, O PARASITA DO INSETO RESPONSÁVEL POR ESSA DOENÇA". De acordo com as informações do texto essa propaganda poderia ser verdadeira? Comece com SIM ou NÃO e justifique.

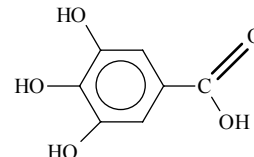
Resolução

a) O pH ficará menor, devido a ionização do glifosato. Ele possui três hidrogênios ionizáveis, mas apenas dois ficarão em solução, pois

ocorre a protonação do N do grupo amina, conforme mostra a equação a seguir:



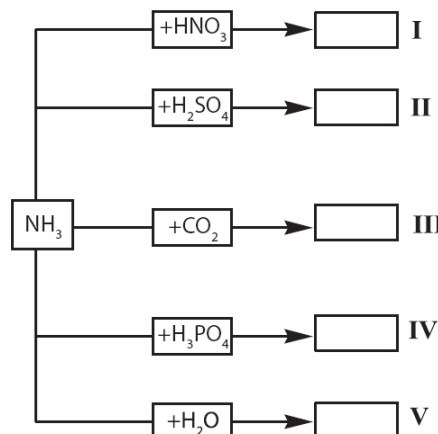
- b) De acordo com o texto, a estrutura do ácido chiquímico (ácido 3,4,5-tri-hidroxi-benzóico) é:



- c) SIM. O glifosato pode ser utilizado no combate da malária, pois o parasita que causa a doença é um protozoário (*Plasmodium falciparum*), que é afetado pela ação do herbicida assim como as plantas superiores e algas. Estes seres possuem como intermediário no processo de crescimento e sobrevivência o ácido chiquímico, que tem sua produção inibida pelo glifosato.

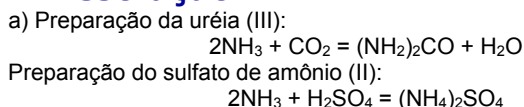
QUESTÃO 3

O nitrogênio é um macro-nutriente importante para as plantas, sendo absorvido do solo, onde ele se encontra na forma de íons inorgânicos ou de compostos orgânicos. A forma usual de suprir a falta de nitrogênio no solo é recorrer ao emprego de adubos sintéticos. O quadro abaixo mostra, de forma incompleta, equações químicas que representam reações de preparação de alguns desses adubos.

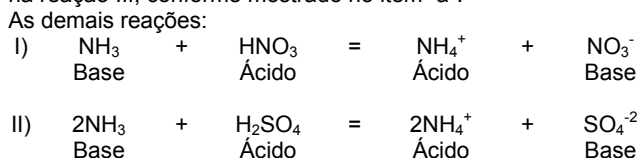


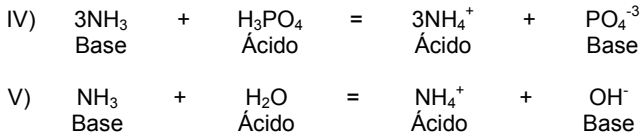
- a) Escolha no quadro as situações que poderiam representar a preparação de uréia e de sulfato de amônio e escreva as equações químicas completas que representam estas preparações
- b) Considerando-se apenas o conceito de Lowry-Bronsted, somente uma reação do quadro não pode ser classificada como uma reação do tipo ácido-base. Qual é ela (algarismo romano)?
- c) Partindo-se sempre de uma mesma quantidade de amônia (reagente limitante), alguns dos adubos sugeridos no quadro teria uma maior quantidade absoluta de nitrogênio? Comece por SIM ou NÃO e justifique sua resposta. Considere todos os rendimentos das reações como 100%.

Resolução



b) III.
 Pela teoria ácido-base de Lowry-Bronsted, em uma reação é do tipo ácido-base quando uma substância doa próton (ou H⁺), chamada de ácido e outra recebe próton (ou H⁺), chamada de base. Isto não ocorre na reação III, conforme mostrado no item "a".

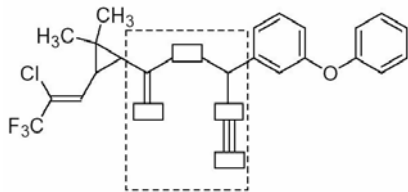




c) SIM. O adubo I conteria maior quantidade absoluta de nitrogênio, pois considerando-se que partiu-se sempre de uma mesma quantidade de amônia na síntese de todos os adubos, a quantidade de nitrogênio proveniente desta será a mesma para todos os casos. Entretanto, para o adubo I, além do nitrogênio proveniente da amônia, contém nitrogênio proveniente do HNO_3 .

QUESTÃO 4

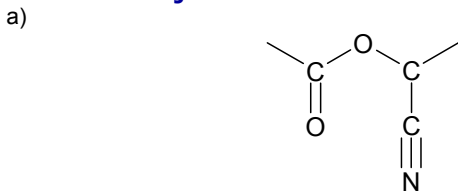
Os insetos competem com o homem pelas fontes de alimento. Desse modo, o uso de defensivos agrícolas é uma arma importante nessa disputa pela sobrevivência. As plantas também se defendem do ataque dos insetos e algumas delas desenvolveram eficientes armas químicas nesse sentido. Um dos exemplos mais ilustrativos dessa capacidade de defesa são os piretróides. Abaixo está representada a fórmula estrutural de um piretróide sintético utilizado como inseticida:



A estrutura dos piretróides é bastante particular, tendo em comum a presença de um anel de três membros.

- Reproduza no caderno de respostas a parte da fórmula estrutural delimitada pela linha tracejada. Substitua os retângulos por símbolos de átomos, escolhendo-os dentre os do segundo período da tabela periódica.
- Qual é o valor aproximado dos ângulos internos entre as ligações no anel de três membros?
- Considerando a fórmula estrutural apresentada, que tipo de isomeria esse composto apresenta? Justifique a sua resposta, representando o fragmento da molécula que determina esse tipo de isomeria.

Resolução

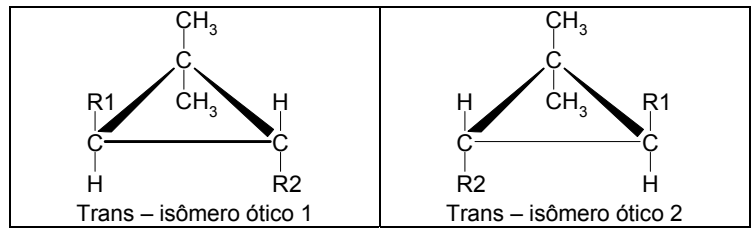
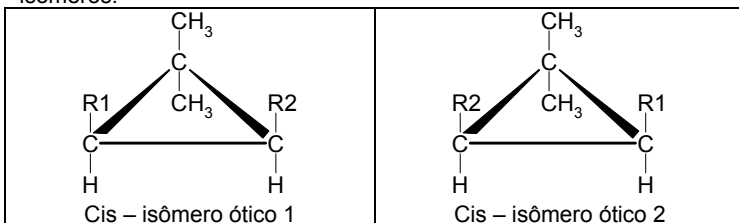


- Devido à formação de um triângulo num plano, temos que os ângulos internos do anel medem aproximadamente 60°
- O composto apresenta os seguintes tipos de isomeria:
 - Isomeria geométrica ou cis-trans, devido à ligação dupla entre carbonos com ligantes diferentes, conforme mostra a figura abaixo:

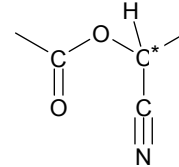


Onde **R** representa o restante da molécula.

- O composto também apresentará isomeria Bayeriana no anel de três membros, visto que o anel separa os radicais diferentes ligados aos carbonos em planos opostos. Como tanto o caso cis quanto o trans forma molécula assimétrica, temos quatro possibilidades de isômeros:



- O composto também apresentará isomeria ótica devido à presença de carbono assimétrico ou quiral (no fragmento representado no item a):



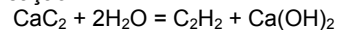
QUESTÃO 5

As frutas são produtos agrícolas de grande importância comercial e nutricional. Em sua comercialização, podem ocorrer problemas de transporte, de conservação e de consumo. Para evitar danos de armazenamento e transporte, elas são colhidas ainda verdes, sendo, neste estágio, impróprias para consumo. Por dívida da natureza, algumas dessas frutas amadurecem mesmo após a colheita. Esse procedimento pode ser controlado artificialmente. Essas frutas a que se faz alusão, quando colocadas em um recinto fechado, e tratadas com etileno ou acetileno gasosos, têm seu processo de amadurecimento acelerado. Esse fato é conhecido desde 1940, quando se descobriu que a liberação de gás etileno pelas frutas cítricas é essencial para o seu amadurecimento.

- Em vista dessas informações, que procedimento muito simples você poderia utilizar em sua casa para acelerar o amadurecimento de frutas cítricas? Descreva resumidamente o procedimento.
- Dispondo-se de carbeto de cálcio, é possível utilizá-lo para acelerar o amadurecimento de frutas. Justifique esta afirmação com uma equação química.
- Os dois gases apresentados no texto, sob mesma condição de temperatura e pressão, têm densidades muito próximas, mas um deles é mais denso. Qual é o mais denso? Justifique sua resposta.

Resolução

- Embrulhar as frutas em jornal ou acondicioná-las em saco plástico fechado, pois assim as frutas ficam mais tempo em contato com o etileno por elas produzido, acelerando o amadurecimento.
- O carbeto de cálcio reage com água produzindo gás acetileno (etino) segundo a reação:



Como comentado no enunciado, o gás acetileno acelera o amadurecimento.

- Sob mesmas condições de temperatura e pressão, etileno (C_2H_4) é mais denso que o acetileno (C_2H_2), pois a massa molar do primeiro é duas unidades maior que do segundo e, no estado gasoso, a densidade é diretamente proporcional a massa molar do composto:

$$pV = nRT \Rightarrow pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow d_{\text{gas}} = \frac{m}{V} = M \frac{p}{RT}$$

QUESTÃO 6

A verificação de uma das propriedades do solo consiste em suspender uma amostra de $5,0 \text{ cm}^3$ do solo em um volume de 100 mL de uma solução aquosa de acetato de cálcio por certo tempo e sob agitação vigorosa. Depois da decantação, o sobrenadante é separado e titulado com uma solução aquosa de hidróxido de sódio de concentração conhecida.

- Segundo esse procedimento, qual propriedade do solo pode-se supor que se pretende determinar? Justifique sua resposta.
- No procedimento de titulação acima mencionado, o que deve ser feito para que o ponto final possa ser observado?
- Escreva a equação química da reação envolvida nessa titulação.

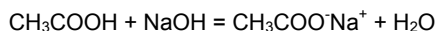
Resolução

- A acidez do solo, pois o reagente utilizado na titulação é uma base, servindo para determinar a quantidade de ácido na amostra.
- Adicionar um indicador ácido-base, como a fenolftaleína, para indicar o ponto final da titulação (neutralização total). Com base na

concentração e no volume da solução de hidróxido de sódio, obtém-se a acidez do solo.

c) Temos que acetato de sódio é formado por um ânion de um ácido fraco. Em água na presença de H^+ (do solo), temos a formação do ácido acético.

Este ácido sofrerá a neutralização durante a titulação, com formação de acetato de sódio:



Obs.: Foi considerado que todo o H^+ do solo foi consumido na formação de CH_3COOH , por este ser um ácido bastante fraco.

QUESTÃO 7

Um artigo publicado no *The Agronomy Journal* de 2006 trata de um estudo relacionado à fixação de nitrogênio por uma planta forrageira que se desenvolve bem em um solo ácido. Essa planta tem o crescimento limitado pela baixa fixação de nitrogênio. O objetivo central do trabalho era verificar como uma cultura de alfafa, cultivada junto à forrageira citada, poderia melhorar o crescimento da forrageira, aumentando a fixação de nitrogênio. Relata o artigo que o terreno a ser adubado foi subdividido em cinco partes. Cada parte foi adubada com as seguintes quantidades fixas de nitrato de amônio, a cada vez: 0; 28; 56; 84; 112 kg/há. As adubações foram repetidas por 15 vezes em períodos regulares, iniciando-se no começo de 1994 e encerrando-se no final de 1996. Para monitorar a fixação de nitrogênio, os pesquisadores adicionaram uma pequeníssima quantidade conhecida de nitrato de amônio marcado ($^{15}NH_4^{15}NO_3$) ao nitrato de amônio comercial a ser aplicado na plantação.

a) Do ponto de vista da representação química, o que significa o sobrescrito 15 junto ao símbolo N?

b) Suponha duas amostras de mesma massa, uma de $^{15}NH_4^{15}NO_3$ e outra de NH_4NO_3 . A quantidade de nitrogênio (em mol) na amostra de NH_4NO_3 é maior, igual ou menor do que na amostra de $^{15}NH_4^{15}NO_3$? Justifique sua resposta.

c) Considere que na aplicação regular de 28 kg/ha não sobrou nem faltou adubo para as plantas. Determine, em mol/ha, que quantidade desse adubo foi aplicada em excesso na parte que recebeu 112 kg/ha no final do primeiro ano de estudo.

Resolução

a) Ele representa o número de massa dos átomos de nitrogênio presentes no composto. No experimento serve para “marcar” o nitrogênio (diferenciá-lo), visto que o átomo de nitrogênio mais comum apresenta número atômico 14.

b) Considerando a mesma massa dos dois compostos citados, podemos dizer que o número de mols de cada composto é inversamente proporcional a sua massa molar. Em outras palavras, quanto maior a massa de um mol, temos que uma menor quantidade de matéria (em mol) forma a mesma massa.

Como a amostra de NH_4NO_3 apresenta seu constituinte com massa molar menor (o isótopo do nitrogênio nessa amostra apresenta em média menor número de massa – aproximadamente 14), que a amostra de $^{15}NH_4^{15}NO_3$ (o isótopo de nitrogênio apresenta número de massa 15), conclui-se então que esta amostra apresenta maior quantidade em mol.

c) Como 28 kg/ha é a quantidade estequiométrica, temos que nessa parte um excesso de adubo por aplicação dado por:

$$\text{Excesso} = (112-28) \text{ kg/ha} = 84 \text{ kg/ha de } NH_4NO_3$$

Considerando as massas molares dos elementos, têm-se a seguinte relação:

$$1 \text{ mol } NH_4NO_3 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 80 \text{ g}$$

$$x \text{ mol } NH_4NO_3 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 84.000 \text{ g}$$

$$x = 1050 \text{ mol de } NH_4NO_3 \text{ em excesso por aplicação.}$$

Considerando que as aplicações foram feitas 15 vezes durante três anos (1994 a 1996), no primeiro ano tivemos 5 aplicações.

Portanto o excesso de adubo ao final do primeiro ano de estudo é de $5 \times 1050 \text{ mol} = 5250 \text{ mol}$

QUESTÃO 8

A aplicação de insumos químicos na atividade agrícola pode representar uma fonte de problemas ambientais e econômicos, se não for feita corretamente. Em um estudo realizado para monitorar as perdas de um agrotóxico em uma plantação de tomates, uma solução aquosa de um sal duplo de cobre foi aplicada por pulverização. As perdas para o solo e para o ambiente foram determinadas por análise química do cobre.

a) A quantidade total (em gramas) de um agrotóxico (Q) pulverizado numa área pré-determinada do tomatal pode ser obtida conhecendo-se algumas grandezas. Escreva uma equação matemática que permita calcular Q, escolhendo entre as grandezas: t (tempo de pulverização em segundos); T (temperatura em kelvin); V (vazão de solução pulverizada em $L \cdot s^{-1}$); F (massa de solução pulverizada em $kg \cdot s^{-1}$); C (concentração do agrotóxico no líquido pulverizado em $mol \cdot L^{-1}$); P (porcentagem em massa do agrotóxico por massa de líquido); M (massa molar do agrotóxico).

b) Sabendo-se que o agrotóxico utilizado é um hidróxi-cloreto de cobre, e que sua massa molar é $213,1 \text{ g mol}^{-1}$, escreva sua fórmula.

c) De acordo com a fórmula do agrotóxico, em que estado de oxidação encontra-se o cobre? Justifique sua resposta.

Resolução

a) **SOLUÇÃO 1:**

Pode-se obter a fórmula por análise dimensional. Multiplicando-se a vazão (V, $L \cdot s^{-1}$) pelo tempo de pulverização (t, s), obtém o volume de solução pulverizada (em L). A este resultado multiplica-se a concentração molar da solução (C, $mol \cdot L^{-1}$), obtém-se o número de mols do agrotóxico (em mol). Por último, multiplica-se o resultado pela massa molar do composto (M, $g \cdot mol^{-1}$), obtendo-se a quantidade total de agrotóxico (Q, em g).

$$\text{Então a fórmula é: } Q = V \cdot t \cdot C \cdot M$$

Para visualizar este resultado, observe, na equação a seguir, como as unidades se anulam:

$$Q(\text{gramas}) = V \left(\frac{\text{litros de solução}}{\text{segundo}} \right) \times t(\text{segundos}) \times C \left(\frac{\text{mol de agrotóxico}}{\text{litro de solução}} \right) \times M \left(\frac{\text{g de agrotóxico}}{\text{mol de agrotóxico}} \right)$$

$$\Rightarrow Q(\text{gramas}) = V \times t \times C \times M$$

SOLUÇÃO 2:

Multiplicando-se a massa de solução pulverizada (F, $kg \cdot s^{-1}$) pelo tempo de pulverização (t, s), obtém-se a massa de solução pulverizada (em kg). A este resultado multiplica-se a porcentagem em massa do agrotóxico por massa de líquido (P, $100 \cdot kg \cdot kg^{-1}$), obtém-se a massa do agrotóxico (em 100 kg). Para obtenção da massa em gramas, basta dividir por 100 e notar que 1 kg equivale a 10^3 g .

$$\text{Então a fórmula é: } Q = 10 \cdot F \cdot t \cdot P$$

Para visualizar este resultado, observe, na equação a seguir, como as unidades se anulam:

$$Q(\text{gramas}) = F \left(\frac{\text{kg de solução}}{\text{segundo}} \right) \times t(\text{segundos}) \times \frac{P}{100} \left(\frac{\text{kg de agrotóxico}}{\text{kg de solução}} \right) \Rightarrow$$

$$Q(\text{gramas}) = F \times t \times 10^{-2} P (10^3 \text{ g de agrotóxico}) \Rightarrow$$

$$Q(\text{gramas}) = 10 \times F \times t \times P$$

NOTA: as duas fórmulas são equivalentes, isto é, ambas são igualmente corretas.

b) Por ser um hidróxi-cloreto de cobre, o agrotóxico deve conter OH^- e Cl^- , além do íon cobre. Considerando os estados de oxidação +1 e +2 para o cobre e sabendo-se que a soma das cargas dos íons do sal deve ser igual a zero, podemos construir as tabelas abaixo, que mostram possíveis proporções para os íons constituintes do agrotóxico constituído por íons Cu^+ (tabela 1) e Cu^{2+} (tabela 2):

Tabela 1:

Cu^+	OH^-	Cl^-	Massa molar ($g \cdot mol^{-1}$)
2	1	1	179,3
3	2	1	259,7
3	1	2	278,2

Tabela 2:

Cu ²⁺	OH ⁻	Cl ⁻	Massa molar (g.mol ⁻¹)
1	1	1	115,8
2	2	2	231,6
2	1	3	250,1
2	3	1	213,1

Analisando-se as tabelas, observamos que não é possível existir um sal de Cu²⁺, OH⁻ e Cl⁻ com massa molar 213,1 g.mol⁻¹.

Analisando-se a tabela 2, observamos que o sal que possui a massa molar pedida (213,1 g.mol⁻¹) tem fórmula Cu₂(OH)₃Cl.

c). Considerando a fórmula obtida no item b, Cu₂(OH)₃Cl, pode-se determinar o NOX do Cu, uma vez que o grupo OH tem carga -1 e o Cl carga -1, então:

Soma cargas = 0

$$2(\text{NOX}_{\text{Cu}}) + 3(-1) + (-1) = 0$$

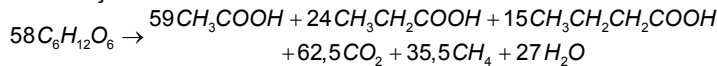
$$\text{NOX}_{\text{Cu}} = 2$$

QUESTÃO 9

Quando se utiliza um biossistema integrado numa propriedade agrícola, a biodigestão é um dos processos essenciais desse conjunto. O biodigestor consiste de um tanque, protegido do contato com o ar atmosférico, onde a matéria orgânica de efluentes, principalmente fezes animais e humanas, é metabolizada por bactérias. Um dos subprodutos obtidos nesse processo é o gás metano, que pode ser utilizado na obtenção de energia em queimadores. A parte sólida e líquida que sobra é transformada em fertilizante. Dessa forma, faz-se o devido tratamento dos efluentes e ainda se obtêm subprodutos com valor agregado.

a) Sabe-se que a entalpia molar de combustão do metano é de -803 kJ/mol; que a entalpia molar de formação desse mesmo gás é de -75 kJ/mol; que a entalpia molar de formação do CO₂ é de -394 kJ/mol. A partir dessas informações, calcule a entalpia molar de formação da água nessas mesmas condições.

No aparelho digestório de um ruminante ocorre um processo de fermentação de hexoses, semelhante ao que ocorre nos biodigestores. A equação abaixo tem sido utilizada para representar esta fermentação:



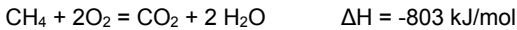
b) Considere a seguinte afirmação: "o processo de fermentação digestiva de ruminantes contribui para o aquecimento global". Você concorda? Responda SIM ou NÃO e explique sua resposta.

c) Qual seria o número de moles de gás metano produzido na fermentação de 5,8 quilogramas de hexose ingeridos por um ruminante?

Resolução

a) De acordo com as informações do texto pode-se escrever as três equações a seguir:

I. Combustão do metano



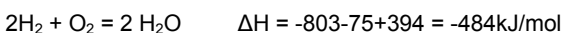
II. Formação do metano



III. Formação do gás carbônico



Aplicando a Lei de Hess, faz-se I + II + inverso de III e obtém a equação de formação da água abaixo:



O ΔH obtido é por mol de reação (para 2 mols H₂O). Como o item pede a entalpia molar de formação da água (definida para um mol de água) a resposta é o valor obtido acima dividido por 2.

Entalpia molar de formação da água = -484/2 = -242 kJ/mol

b) SIM, pois no processo citado ocorre formação de CO₂ e CH₄ que são gases estufas, que contribuem para reter mais calor na superfície do planeta, contribuindo para o aquecimento global.

c) Massa molar hexose = 6(12)+12(1)+6(16) = 180g/mol

$$1 \text{ mol hexose} \quad \underline{\quad\quad\quad} \quad 180 \text{ g}$$

$$x \text{ mol hexose} \quad \underline{\quad\quad\quad} \quad 5800 \text{ g}$$

$$x = 32,2 \text{ mol de hexoses}$$

Pela estequiometria da equação fornecida, têm-se a seguinte relação:

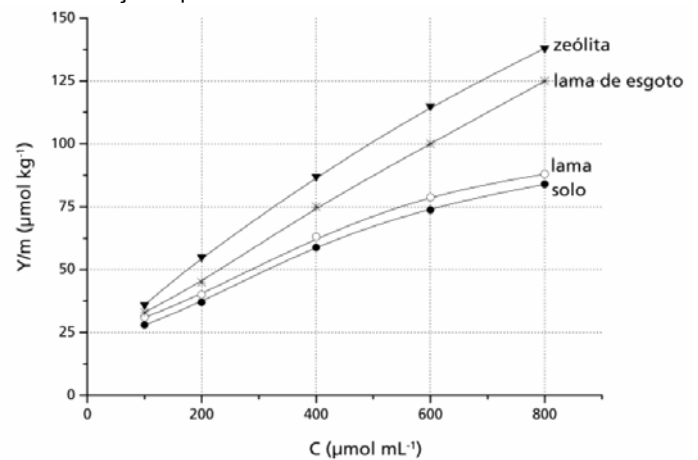
$$58 \text{ mol de hexose} \quad \underline{\quad\quad\quad} \quad 35,5 \text{ mol de CH}_4$$

$$32,2 \text{ mol de hexose} \quad \underline{\quad\quad\quad} \quad y \text{ mol de CH}_4$$

$$y = 19,7 \text{ mol de CH}_4$$

QUESTÃO 10

O boro é um micronutriente para plantas com importante papel no processo de germinação e na formação de frutos, de grãos e de sementes. A solubilidade dos sais de boro constitui um problema para a correção da deficiência desse elemento, que é facilmente "arrastado" pela chuva. Esse problema pode ser contornado pelo uso de materiais que adsorvam os sais de boro, liberando-os lentamente para a umidade do solo. O gráfico abaixo mostra a quantidade de boro adsorvido (Y/m) por alguns materiais em função da concentração do boro em solução aquosa.



De acordo com o gráfico:

a) Dos materiais em questão, qual é o mais eficiente para retenção do boro? Justifique sua resposta.

b) Para uma concentração de boro de 600 µmol mL⁻¹, quanto material do item a adsorve a mais que o solo em µmol de boro por tonelada?

c) Entre as concentrações de 300 e 600 µmol mL⁻¹, as adsorções podem ser descritas, aproximadamente, por retas. Levando isso em conta, escreva, para o caso da lama de esgoto, a equação da reta que correlaciona Y/m com C.

Resolução

a) Zeólita, porque para qualquer concentração de boro na solução a zeólita adsorve maior quantidade de boro que os demais materiais.

b) Pelo gráfico, com a concentração de 600 µmol, têm-se:

Zeólita adsorve aproximadamente 112,5 µmol/Kg

Solo adsorve 75 µmol/Kg

$$\text{Diferença} = 112,5 - 75 = 37,5 \text{ µmol/Kg}$$

Como 1 tonelada = 1000 kg então basta multiplicar o resultado acima por mil para ter a quantidade de boro adsorvido a mais na zeólita em relação ao solo.

$$37,5 \text{ (µmol/kg)} \cdot (10^3 \text{ kg/1ton}) = \mathbf{3,75 \cdot 10^4 \text{ µmol/ton}}$$

c) Considerando o intervalo indicado têm-se os seguintes pontos:

I) C = 400 µmol/mL; Y/m = 75 µmol/kg

II) C = 600 µmol/mL; Y/m = 100 µmol/kg

A equação de uma reta é dada por **y = ax+b**, neste caso:

$$x = C \text{ e } y = \frac{Y}{m} \Rightarrow \frac{Y}{m} = a \cdot C + b$$

Substituindo os pontos acima:

$$\text{I) } 75 = a \cdot 400 + b$$

$$\text{II) } 100 = a \cdot 600 + b$$

$$\text{Fazendo II} - \text{I obtém-se: } 25 = a \cdot 200 \Rightarrow a = 0,125$$

$$\text{Voltando em I têm-se: } 75 = 0,125 \cdot 400 + b \Rightarrow b = 25$$

$$\text{Equação da reta: } \frac{Y}{m} = 0,125 \cdot C + 25$$

QUESTÃO 11

No mundo do agronegócio, a criação de camarões, no interior do nordeste brasileiro, usando águas residuais do processo de dessalinização de águas salobras, tem se mostrado uma alternativa de grande alcance social. A dessalinização consiste num método chamado de osmose inversa, em que a água a ser purificada é pressionada sobre uma membrana semipermeável, a uma pressão superior à pressão osmótica da solução, forçando a passagem da água pura para o outro lado da membrana. Enquanto a água dessalinizada é destinada ao consumo de populações humanas, a água residual (25% do volume inicial), em que os sais estão concentrados, é usada para a criação de camarões.

- a) Supondo que uma água salobra contém inicialmente 10.000 mg de sais por litro sofre a dessalinização conforme descreve o texto, calcule a concentração de sais na água residual formada em mg L^{-1} .
- b) Calcule a pressão mínima que deve ser aplicada, num sistema de osmose inversa, para que o processo referente ao item a acima tenha início. A pressão osmótica π de uma solução pode ser calculada por uma equação semelhante à dos gases ideais, onde n é o número de moles de partículas por litro de solução. Para fins de cálculo, suponha que todo sal dissolvido na água seja cloreto de sódio e que a temperatura da água seja de 27°C . Dado: constante dos gases, $R = 8.314 \text{ Pa L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.
- c) Supondo que toda a quantidade (em mol) de cloreto de sódio do item b tenha sido substituída por uma quantidade igual (em mol) de sulfato de sódio, pergunta-se: a pressão a ser aplicada na osmose à nova solução seria maior, menor ou igual à do caso anterior? Justifique sua resposta.

Resolução

a) No processo de dessalinização altera-se a quantidade de água na solução, mas a quantidade de soluto permanece constante, sendo assim:

$$\frac{m_{\text{inicial}}}{(C.V)_{\text{inicial}}} = \frac{m_{\text{final}}}{(C.V)_{\text{final}}}$$

Como o volume se reduz a 25% do volume inicial, então:

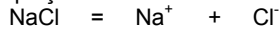
$$10000.V_{\text{inicial}} = C_{\text{final}} \cdot (25\% \cdot V_{\text{inicial}})$$

$$C_{\text{final}} = 40.000 \text{ mg/L}$$

b) Pode-se calcular a pressão osmótica pela equação a seguir:

$$\pi \cdot V_{\text{solução}} = n \cdot R \cdot T$$

Para o cálculo da pressão osmótica é preciso levar em consideração a concentração molar das partículas em solução. O cloreto de sódio se dissocia conforme a equação:



Assim, para cada mol de NaCl, temos 2 mols de partículas em solução:

$$\pi \cdot V_{\text{solução}} = 2n_{\text{NaCl}} \cdot R \cdot T \Rightarrow \pi = \frac{2 \cdot n_{\text{NaCl}}}{V_{\text{solução}}} \cdot R \cdot T = \frac{2 \cdot m_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}} V_{\text{solução}}} \cdot R \cdot T$$

A concentração inicial da solução é dada por:

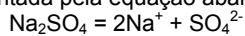
$$C_{\text{inicial}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{V_{\text{solução}}} = 10.000 \text{ mg/L} = 10 \text{ g/L}$$

Além disso, $M_{\text{NaCl}} = 22,9 + 35,4 = 58,3 \text{ g/mol}$ e $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273 = 27 + 273 = 300\text{K}$. Substituindo todos os valores na equação da pressão osmótica têm-se:

$$\pi = \frac{2 \cdot 10}{58,3} \cdot 8314 \cdot 300 = 855 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

Portanto, a pressão mínima que deve ser aplicada para que o processo de osmose inversa tenha início é **855 kPa**.

c) O sulfato de sódio é dado pela fórmula Na_2SO_4 . Sua dissociação em água pode ser representada pela equação abaixo:



Comparando com o item anterior, para cada mol de cloreto de sódio são gerados dois mols de partículas em solução, enquanto que para o sulfato de sódio são gerados três mols de partículas, portanto, partindo da mesma quantidade em mol de sulfato de sódio, tem-se maior concentração molar de partículas e, por consequência, uma maior pressão osmótica, uma vez que esta é diretamente proporcional à concentração molar das partículas em solução. Mais especificamente, a pressão a ser aplicada à nova solução seria 3/2 da pressão aplicada na solução equimolar de cloreto de sódio.

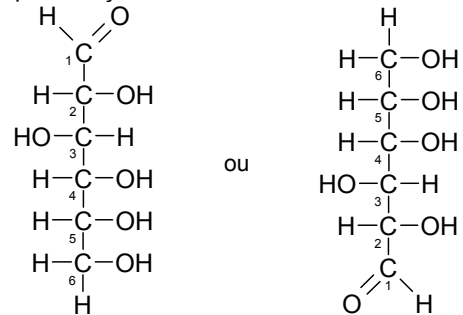
QUESTÃO 12

Uma hexose, essencial para o organismo humano, pode ser obtida do amido, presente no arroz, na batata, no milho, no trigo, na mandioca, ou da sacarose proveniente da cana-de-açúcar. A sua fórmula estrutural pode ser representada como uma cadeia linear de carbonos, apresentando uma função aldeído no primeiro carbono. Os demais carbonos apresentam, todos, uma função álcool, sendo quatro representadas de um mesmo lado da cadeia e uma quinta, ligada ao terceiro carbono, do outro lado. Essa mesma molécula (hexose) também pode ser representada na forma de um anel de seis membros, com cinco átomos de carbono e um de oxigênio, já que o oxigênio do aldeído acaba se ligando ao quinto carbono.

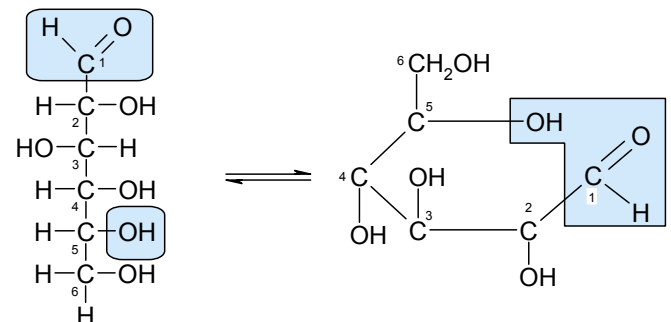
- a) Desenhe a fórmula estrutural linear da hexose de modo que a cadeia carbônica fique na posição vertical e a maioria das funções álcool fique no lado direito.
- b) A partir das informações do texto, desenhe a estrutura cíclica dessa molécula de hexose.

Resolução

a) As duas representações cabíveis da mesma molécula são:



b) A formação da estrutura cíclica se dará, para formar o anel solicitado (heterogêneo com 6 membros) de acordo com o seguinte esquema:



Na formação da cadeia cíclica o grupo OH do carbono 5 se desloca aproximando-se da extremidade oposta da cadeia (carbono 1), como ilustra a figura acima, assim o grupo $-\text{CH}_2\text{OH}$ também é deslocado, ficando do mesmo lado que o grupo OH do carbono 3. Adicionalmente, os grupos OH dos carbonos 2 e 4, que aparecem do lado direito na estrutura linear, ficarão do mesmo lado na estrutura cíclica (lado oposto ao do OH do carbono 3). Levando-se em conta que o oxigênio do aldeído liga-se com o quinto carbono, podemos concluir que o grupo OH formado no carbono 1 poderá assumir duas posições em relação ao plano formado pelo anel (formação de dois isômeros):

