



UNICAMP
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

COMVEST
Comissão Permanente para os Vestibulares

2007

vestibular nacional
UNICAMP

2ª Fase

Química

INTRODUÇÃO

A atividade agrícola é de fundamental importância para a sociedade, tendo sido escolhida como tema para a primeira fase do Vestibular UNICAMP 2007. Pela importância do tema, a banca de Química resolveu estendê-lo para a segunda fase. Do ponto de vista químico esse assunto é extremamente rico. Porém, apesar dessa riqueza, ele é muito pouco explorado no ensino médio. Usualmente, nas poucas oportunidades em que é focado em livros didáticos e em sala de aula, reveste-se de aspectos ambientais, sendo associado a desastres ecológicos ocasionados pelo mau uso de defensivos e/ou de outros insumos agrícolas. Dessa forma, tanto os autores de livros como os professores em sala de aula privilegiam o lado negativo da agricultura, deixando transparecer, assim como a mídia, que a Química (ciência responsável pelo desenvolvimento desses produtos) é um mal para o meio ambiente e, portanto, para o planeta como um todo. Nesta prova tentamos mostrar os dois lados da questão. Por um lado, procuramos enaltecer a face extremamente importante da atividade dos químicos no desenvolvimento da sociedade e, por outro, não descuidamos dos aspectos negativos da atividade humana mal planejada ou mal intencionada. Como já fazemos há um bom tempo, nossa preocupação também foi a de oferecer aos professores de Química material adicional que lhes permita desenvolver suas atividades docentes com mais brilhantismo e realidade. Todas as questões desta prova foram baseadas em artigos científicos recentes da literatura internacional. Evitamos fazer referência a eles nas questões, pois isso seria irrelevante para a resolução das mesmas. Todos os dados fornecidos na prova são reais. Poucos ajustes foram necessários para adequá-los à prova.

A população humana tem crescido inexoravelmente, assim como o padrão de vida. Conseqüentemente, as exigências por alimentos e outros produtos agrícolas têm aumentado enormemente e hoje, apesar de sermos mais de seis bilhões de habitantes, a produção de alimentos na Terra suplanta nossas necessidades. Embora um bom tanto de pessoas ainda morra de fome e um outro tanto morra pelo excesso de comida, a solução da fome passa, necessariamente, por uma mudança dos paradigmas da política e da educação. Não tendo, nem de longe, a intenção de aprofundar nessa complexa matéria, essa prova simplesmente toca, de leve, em problemas e soluções relativos ao desenvolvimento das atividades agrícolas, mormente aqueles referentes à Química. Sejamos críticos no trato dos danos ambientais causados pelo mau uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, mas não nos esqueçamos de mostrar os muitos benefícios que a Química tem proporcionado à melhoria e continuidade da vida.

- 1.** As plantas estocam 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 dessas pesquisas.
 - 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”.

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

Diabetes.

b) (2 pontos)

Seria recomendado cereal com baixos (menores) teores de amilopectina em relação à amilose (maiores teores de amilose em relação à amilopectina).

c) (1 ponto)

O índice glicêmico, de acordo com o texto, está relacionado com o teor de açúcar produzido pela digestão do amido.

Exemplo Acima da Média

a) A diabetes é uma doença em que não se pode consumir açúcares, assim essa pesquisa pode ajudar no tratamento.

b) O alimento deveria conter baixo teor de amilopectina.

c) O "índice glicêmico" corresponde a taxa de açúcar presente no sangue.

Exemplo Abaixo da Média

a) Obesidade

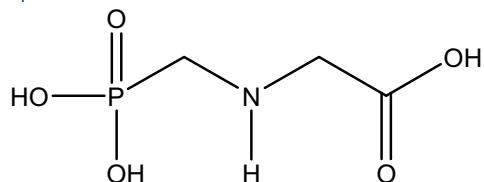
b) Aveia

c) Quantidade de glicerina no alimento

Comentários

A questão é interessante por envolver conhecimentos gerais que são discutidos no dia-a-dia, não exigindo um conhecimento muito profundo de Química, conforme se observou nas respostas dadas pelos candidatos. A questão de doenças provocadas pelo consumo de alimentos inadequados, principalmente o diabetes, é discutida em muitas disciplinas e também na mídia. Deve-se destacar que muitos candidatos confundiram o efeito da doença (hiperglicemia) com a própria doença, o diabetes. Alguns candidatos optaram por citar como doença a obesidade e não o diabetes, o que não respondia à pergunta. O item c da questão, na concepção inicial da banca, deveria contemplar como justificativa a questão da digestão do amido e não o teor de açúcar no sangue. Em vista do grande número de respostas nesse sentido, a banca houve por bem ampliar a grade de respostas, o que levou a um índice mais elevado de acertos no item.

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 via de 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.

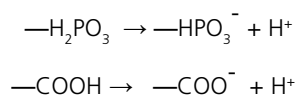


- a) Ao se dissolver o glifosato em água, a solução final terá um pH maior, menor ou igual ao da água antes da dissolução? Escreva uma equação química que justifique a sua resposta.
- b) O texto fala do ácido chiquímico. Escreva a sua fórmula estrutural, de acordo com seu nome oficial dado no texto.
- 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 respondendo com SIM ou NÃO e justifique.

Resposta Esperada

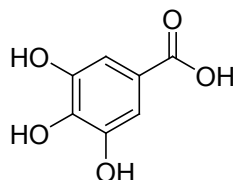
a) (2 pontos)

O pH será menor que o da água.
Será menor que sete.



Também vale uma equação química mostrando a ionização dos hidrogênios ácidos da molécula de glifosato. Nesse caso, a ionização de 1, de 2 ou dos 3 hidrogênios está correta. Não é correto apresentar a ionização do hidrogênio da amina.

b) (2 pontos)

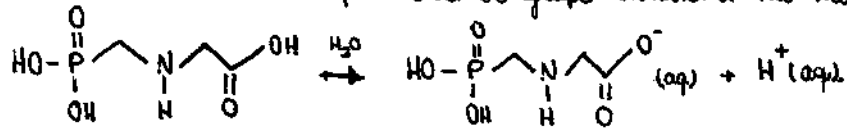


c) (1 ponto)

Sim, pois segundo o texto, o produto altera a síntese do ácido chiquímico, que é vital para microorganismos, no caso, o *Plasmodium falciparum*.

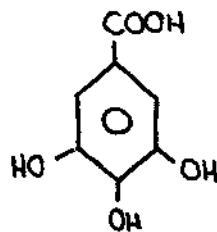
Exemplo Acima da Média

a) Após a dissolução do glifosato, o pH da solução diminuirá, tornando-a mais ácida. Isso ocorre por conta do grupo carboxila na molécula.



b) Sim. De acordo com o texto o glifosato inibe um dos processos vitais de plantas superiores, além de protozoários. Dentro dos protozoários está o Plasmodium falciparum, o causador da malária. Dessa forma o glifosato é eficiente no combate à malária.

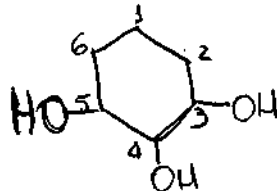
b)



Exemplo Abaixo da Média

A) A solução terá um pH menor.

B) A fórmula estrutural do ácido químico é:



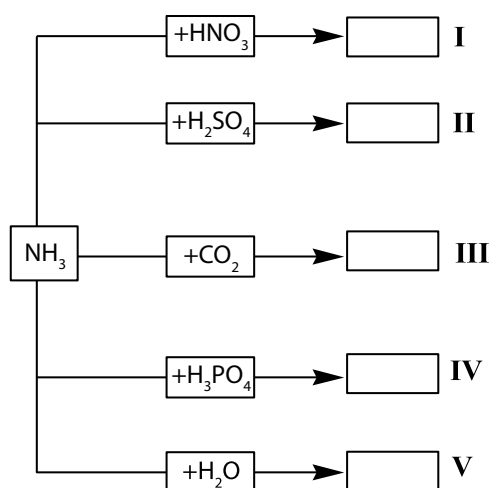
c) Sim, pois matando o inseto transmissor da doença, esta, estará eliminada.

Comentários

O enunciado da segunda questão discorre sobre as propriedades pesticidas dos agentes organofosforados e sobre seu mecanismo de ação, como herbicida, inibindo a via de síntese do ácido químico. No item a da questão, o candidato deveria associar o comportamento, em água, dos

grupos funcionais presentes na estrutura do glifosato com o valor do pH de uma solução obtida pela sua dissolução em água. Assim, este item avaliou não apenas o conhecimento do candidato sobre a natureza ácido-base de grupos funcionais orgânicos, mas, também, sua capacidade de relacionar a variação do pH da água com o tipo de espécies presentes em solução, mais especificamente, neste caso, H_3O^+ (ou H^+). Embora a justificativa da resposta ao item devesse apresentar uma equação química, muitos candidatos complementaram-na, relacionando a diminuição de pH ao grupo carboxílico presente na estrutura do glifosato. Uma parcela menor atribuiu esse comportamento, também, à desprotonação das hidroxilas ligadas ao fósforo. Na justificativa, os candidatos deveriam apresentar uma equação química balanceada, que representasse a reação entre a molécula do glifosato e a água, sendo a estrutura do glifosato desprotonada nas hidroxilas, com a consequente formação de íons H_3O^+ (ou H^+ , quando aparecesse apenas o glifosato como reagente). Esta justificativa do item **a** foi a menos respondida pelos candidatos e teve menor número de acertos dentre os três itens da questão. No item **b** os candidatos deveriam montar a estrutura da molécula do ácido chiquímico a partir de seu nome oficial, apresentado no enunciado da questão. Deveria ser mostrada uma estrutura composta por um anel benzênico com um grupamento -COOH ligado ao carbono 1 e três grupos hidroxila, um em cada carbono dentre os carbonos 3, 4, 5, constituindo uma estrutura simétrica. Neste item foi possível constatar que os candidatos estão familiarizados com as diferentes formas de se apresentar as ligações entre os átomos, principalmente as pertencentes ao anel aromático. O item **c** exigiu dos candidatos muito mais interpretação do texto da questão do que conhecimentos de Química propriamente ditos. Foi provavelmente o item de maior índice de respostas e, possivelmente, o de maior aproveitamento. O candidato deveria responder, inicialmente, de acordo com o pedido do enunciado, que a propaganda poderia ser verdadeira. Esta afirmação deveria ser devidamente justificada para que a ela fosse dada a pontuação. Respostas negativas ou afirmativas sem justificativas não foram consideradas. As respostas corretas deveriam conter em sua justificativa a menção ao fato de o parasita do inseto que transmite a malária ser um protozoário, e, portanto, ter a síntese do ácido chiquímico afetada, conforme informa o texto da 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.

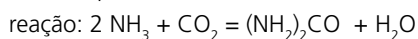


- a) Escolha no quadro as situações que poderiam representar a preparação de uréia e de sulfato de amônio e escreva as equações químicas completas que representam essas preparações.
- b) Considerando-se apenas o conceito de Lowry-Bronsted, somente uma reação do quadro não pode ser classificada como uma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

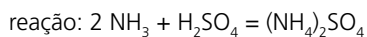
Resposta Esperada

a) (2 pontos)

Uréia : quadro III



Sulfato de amônio: quadro II



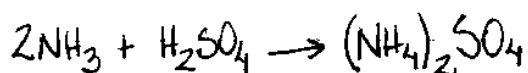
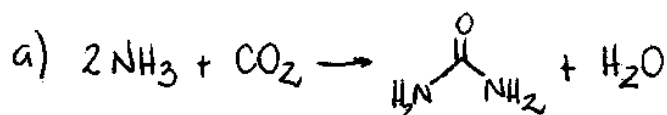
b) (1 ponto)

Reação III

c) (2 pontos)

SIM: a reação referente ao quadro I (NH_4NO_3), pois sendo a amônia o reagente limitante, todos os fertilizantes terão a mesma quantidade absoluta de nitrogênio, com exceção do NH_4NO_3 , que terá uma quantidade maior (dobro) de nitrogênio devido ao nitrato.

Exemplo Acima da Média

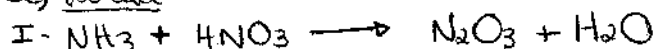


b) Equação III.

c) ~~Sim. Não~~ Sim. Sendo a amônia um reagente limitante, esta forneceria a mesma quantidade de nitrogênio em todas as reações. Porém, na reação I, haverá fornecimento de nitrogênio pelo ácido nítrico. Portanto, a reação I fornece mais nitrogênio do que as outras.

Exemplo Abaixo da Média

a) uréia



sulfato de amônio



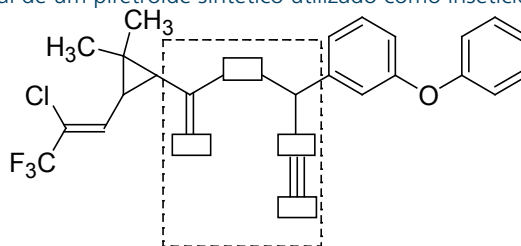
b) A reação III não pode ser considerada do tipo ácido-base.

c) Não, porque todas as reações apresentariam uma quantidade igual de nitrogênio. Cada produto ~~teria duas moléculas de nitrogênio~~ ~~dois átomos de nitrogênio por molécula produzida.~~

Comentários

A questão verificava o conhecimento de símbolos e equações químicas, e do conceito de ácido-base de Brønsted. No que se refere ao item **a**, muitos candidatos não conheciam a fórmula da uréia e alguns se esqueceram de colocar água como produto de reação. No item **b**, muitos candidatos não souberam fazer a distinção entre o íon amônio e a molécula de amônia. O item **c** foi o que causou maior dificuldade de correção. Ao citar o produto que continha mais nitrogênio, muitos candidatos basearam-se, apenas, na fórmula da substância obtida, isto é, apenas na estequiometria do composto e não na estequiometria da reação. Em outras palavras, muitos candidatos não atentaram para a informação do enunciado de que a amônia deveria ser considerada como reagente limitante. Um exemplo de resposta equivocada, pelo fato de considerar apenas a estequiometria do composto, é a menção ao fosfato de amônio, uma resposta muito freqüente, já que a fórmula desse composto apresenta três íons amônios por unidade.

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:

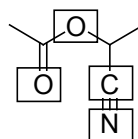


A estrutura dos piretróides é bastante particular, tendo em comum a presença de um anel de três membros.

- 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 sua resposta, representando o fragmento da molécula que determina esse tipo de isomeria.

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

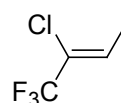


b) (1 ponto)

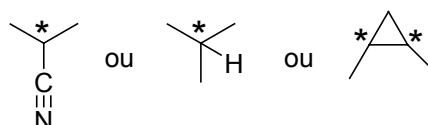
O valor aproximado do ângulo é de 60° .

c) (2 pontos)

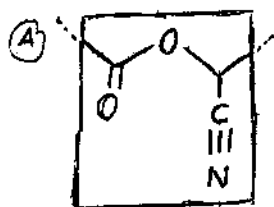
Isomeria *cis-trans* ou isomeria geométrica ou isomeria geométrica *cis-trans*;



ou isomeria óptica (neste caso deve-se indicar o carbono quiral).



Exemplo Acima da Média

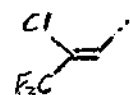


(B) Os ângulos aproximados internos entre as ligações no anel de três membros é aproximadamente 60° (sessenta graus).

(C) A molécula apresenta isomeria óptica e *cis-trans*. O fragmento que determina a isomeria óptica é o: sendo o Y igual à

Obs: C* é um carbono quiral.

E o fragmento que determina a isomeria *cis-trans* é o:

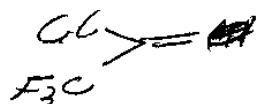


Exemplo Abaixo da Média



Ⓑ R: Os valores internos aparecem e os ângulos dos ângulos internos e de 90° interna grande.

Ⓒ R: Representa o processo de isomeria chamada de Exaustão representado pela molécula de Cl. no fragmento



Comentários

A questão envolve conhecimentos básicos sobre a tabela periódica, ângulos de ligação e estereoisomerismo cis-trans e óptico. De maneira geral os candidatos entenderam o que estava sendo pedido, o que se refletiu numa distribuição uniforme de notas. Em relação ao item **a**, era fundamental que o candidato soubesse qual é o segundo período da tabela e, também, o número de ligações que cada átomo pode fazer. No item **a**, pelo fato de que, em algumas representações de fórmulas, as ligações do carbono com o hidrogênio são omitidas, onde se deveria colocar o oxigênio, muitos candidatos se equivocaram e colocaram o carbono com duas ligações. No item **b**, apesar de o enunciado falar em anel de três membros, muitos candidatos ignoraram esse fato e simplesmente consideraram o ângulo interno no anel de seis membros. No item **c**, muitos candidatos confundiram os dois tipos de isomeria que apareciam na molécula: escolheram um determinado fragmento, mas atribuíram-lhe um outro tipo de isomeria, ou deram dois nomes de diferentes isomerias, tornando a resposta errada.

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 o consumo. Por dádiva da natureza, algumas dessas frutas amadurecem mesmo após a colheita. Esse processo 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.

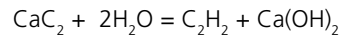
- Em vista dessas informações, que procedimento muito simples você poderia utilizar em sua casa para acelerar o amadurecimento de frutas cítricas? Descreva resumidamente o procedimento.
- Dispondo-se de carbeto de cálcio, é possível utilizá-lo para acelerar o amadurecimento de frutas. Justifique esta 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.

Resposta Esperada

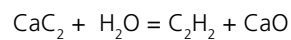
a) (1 ponto)

Envolveria as frutas cítricas em um invólucro (por exemplo: papel de jornal, saco plástico), capaz de concentrar o etileno liberado pela fruta.

b) (2 pontos)



ou



c) (2 pontos)

O etileno é mais denso:

acetileno: C_2H_2 $M = 26 \text{ g mol}^{-1}$

etileno: C_2H_4 $M = 28 \text{ g mol}^{-1}$

Considerando os gases como ideais:

$$PV = nRT$$

$$n/V = P/RT = m/(V \times M) = P/RT = d/M = P/RT, \text{ e, portanto, a densidade } d \text{ será:}$$

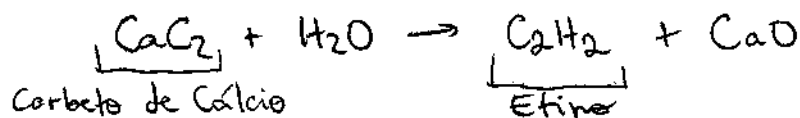
$$d = (M)P/RT.$$

Assim, como a massa molar do etileno é maior que a do acetileno, sua densidade é, também, maior.

Exemplo Acima da Média

a) Um procedimento simples seria embrulhar a fruta para que o gás não escape com facilidade.

b) A partir da seguinte equação química:



obtem-se etileno ($\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$) um dos responsáveis pela maturação da fruta.

c) Pela equação: $PV = nRT$

$$\frac{Pm}{d} = nRT$$

$$d = \frac{P \cdot n \cdot M}{n \cdot R \cdot T}$$

$$d = \frac{PM}{RT}$$

Quanto maior a massa molar (M), maior a densidade (d). Como o etileno possui massa molar definitivamente maior (mais hidrogênios) ele possui, também, a maior densidade.

Exemplo Abaixo da Média

- a) = PROCEDIMENTO QUE PODERIA SER UTILIZADO É O ENVOLVIMENTO DAS FRUTAS COM PAPEL. ASSIM O GÁS FICARIA PRESO, E SENDO LIBERADO EM QUANTIDADES, ACELERARIA O AMADURECIMENTO (POA ESTAR EM MAIOR QUANTIDADE/PRESO)
- b) PODE-SE UTILIZAR A SUBSTÂNCIA POIS SUA QUEIMA LIBERARÁ O GÁS ACETILENO QUE ACELERARÁ O AMADURECIMENTO.
- $$2 \text{CaC}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{CaOH}$$
- c) O ~~ETENO~~ ACETILENO SERÁ MAIS DENSO, POIS TEM UMA LIGAÇÃO π A MAIS, QUE MANTÉM OS ÁTOMOS DE CARBONO MAIS UNIDOS, DO QUE NO ETILENO.

Comentários

O texto da questão foi bastante claro para os candidatos, já que a grande maioria tentou resolver a questão. O item **a** envolvia um conhecimento do dia-a-dia e foi o que possibilitou o maior número de notas 1. O item **b** exigia o conhecimento da fórmula do carbeto de cálcio e também de equações químicas. A exigência do conhecimento da fórmula parece ter sido a grande "vilã" do item. Para responder ao item **c**, o candidato devia ter noções básicas de nomenclatura de hidrocarbonetos e, também, da relação entre a massa molar de um gás e sua densidade, um dos conceitos fundamentais dos gases ideais. Muitos candidatos confundiram os nomes e as fórmulas dos gases envolvidos. Mesmo assim, quando o candidato deixou claro que o conceito de massa molar e de densidade era a chave da resposta, a mesma foi considerada correta. A maior dificuldade dos candidatos, nesse aspecto, originou-se da possibilidade de nomes alternativos para eteno e etino, como etileno e acetileno, respectivamente.

6. A verificação de uma das propriedades do solo consiste em suspender uma amostra de 5,0 cm³ 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.

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

Resposta Esperada

a) (1 ponto)

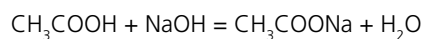
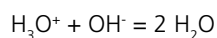
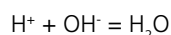
Determinação da acidez do solo, visto que é feita uma titulação ácido-base com solução de NaOH.

b) (2 pontos)

Adicionar um indicador ácido-base como, por exemplo, fenolftaleína.

Monitorar o pH da solução titulada até alcançar o ponto final da titulação. Outra possibilidade, ainda, é construir a curva de titulação. (OBS.: respostas válidas, mas não esperadas.)

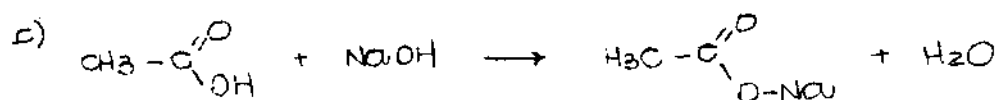
c) (2 pontos)



Exemplo Acima da Média

a) A propriedade de seles que se pretende determinar é a acidez de seles pois foi feita uma titulação com uma base conhecida. (concentração conhecida). Dessa forma é possível determinar a concentração dos íons H^+ no seles e assim medir o pH do mesmo.

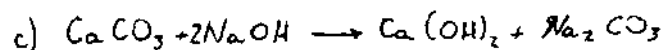
b) Para observar o ponto da neutralização deve-se utilizar algum indicador ácido-base, como por exemplo a fenolftaleína. Colocando-se essa substância na solução de hidróxido de sódio ela ficará rosa. Ao mudar de cor para incolor indica que houve a neutralização.



Exemplo Abaixo da Média

a) Acidez porque é ácido.

b) Prestar atenção no experimento.



Comentários

O enunciado dessa questão foi o mais curto da prova e não ofereceu aos candidatos dificuldades de interpretação. A questão exigia o conhecimento de conteúdo específico, de natureza tanto teórica como prática. As respostas deveriam ser bem curtas e dependiam de conhecimento prévio sobre ácidos e bases, e também sobre titulação. O enunciado da questão 7 (seguinte) fazia alusão a um cultivo em solo ácido. A banca entendia que os candidatos poderiam usar essa informação para resolver o item **a** da questão 6. Os dois itens subseqüentes (**a** e **b**) examinavam o conhecimento sobre o funcionamento e o uso de indicadores em titulações ácido-base e, também, avaliavam como escrever uma equação de neutralização entre um íon hidrogênio e uma hidroxila. Esses assuntos são vistos, comumente, com muita ênfase no ensino médio. Para muitos candidatos o uso de solução de hidróxido de sódio (uma base) no processo de titulação não os levou à determinação da acidez do solo. Isto deixa claro que a maioria dos candidatos não foi capaz de estabelecer a correlação lógica. Por outro lado, o fato de se usar uma solução de cloreto de cálcio levou muitos candidatos a pensarem em fertilidade ou salinidade do solo.

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/ha. 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 ($^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$) 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 $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ e a 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 $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$? 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, ao final do primeiro ano de estudo.

Resposta Esperada

a) (1 ponto)

O número 15 indica que se trata do isótopo 15 do nitrogênio, isto é, o elemento possui número de massa 15.

b) (2 pontos)

É maior.

Considerando a mesma quantidade dos dois sais, em gramas, como a massa molar do NH_4NO_3 é menor que a do $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$, então a quantidade em moles de NH_4NO_3 será maior.

c) (2 pontos)

5 aplicações de 112 kg/ha, $5 \times 112 = 560$ kg/ha por ano.

5 aplicações de 28 kg/ha, $5 \times 28 = 140$ kg/ha por ano.

Logo, foram aplicados em excesso: $560 - 140 = 420$ kg/ha por ano.

Como a massa molar do $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 79,7$ g mol⁻¹,

o excesso aplicado de $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 420.000$ g / $79,7 = 5270$ moles/ha por ano.

Exemplo Acima da Média

a) Representa ~~a massa~~ o número de massa do átomo de nitrogênio.

b) $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$ massa molar = $2 \times 15 + 4 \times 1 + 3 \times 16 = 82 \text{ g/mol} \rightarrow 2 \text{ mol de } ^{15}\text{N}$
 NH_4NO_3 massa molar = $2 \times 14 + 4 \times 1 + 3 \times 16 = 80 \text{ g/mol} \rightarrow 2 \text{ mol de N}$

Para apresentarem quantidades iguais, em mol, de nitrogênio, é necessário uma massa maior de $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$. Portanto, em amostras de massas iguais, tem-se maior quantidade de nitrogênio na porção com o nitrogênio não marcado, NH_4NO_3 . \Rightarrow MAIOR.

c) 15 Aplicações em 1994, 1995 e 1996 \rightarrow 5 aplicações por ano
 Excesso de adubo por aplicação = $112 - 28 = 84 \text{ kg/ha}$
 Em 1 ano = $84 \times 5 = 420 \text{ kg/ha} = 420 \cdot 10^3 \text{ g/ha}$

1 mol de $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 80 \text{ g}$

$x \rightarrow 420 \cdot 10^3 \text{ g/ha}$

$x = \frac{420 \cdot 10^3}{80} \text{ mol de } \text{NH}_4\text{NO}_3/\text{ha}$

$x = 5,25 \cdot 10^3 \text{ mol de } \text{NH}_4\text{NO}_3/\text{ha}$

Exemplo Abaixo da Média

a. O sobrescrito 15 junto ao símbolo N representa a massa atômica desse (específico) átomo.

b. A quantidade de hidrogênio na amostra NH_4NO_3 é maior porque para calcular o número de mols fez-se: $n = \frac{m}{MM}$

$m =$ massa igual para os dois
 MM de ^{15}N é 15 e de N é 14, por isso $MM_{15} > MM_{14}$
 Então, $n_{15} < n_{14}$.

c. O número de mols necessários é: $\frac{28 \cdot 10^3}{80} = 350 \text{ mols}$
 $\frac{112 \cdot 10^3}{80} = 1400 \text{ mols}$ foi aplicado ~~em~~ 5^{a} parte $\frac{80}{80} = 1$

Em 1 ano, aplicou-se $7,5$ vezes o adubo $\therefore 1,05 \cdot 10^4 \text{ mols}$
 contra $2,625 \cdot 10^3 \text{ mols}$.

Portanto, ao final do 1º ano havia um excesso de 7875 mols de adubo.

Comentários

A nota muito baixa nesta questão, como se verificou, não era esperada pela banca que, numa previsão inicial, esperava uma média de 2,5, já que os itens a e c eram considerados fáceis. Entretanto, foi observado que os candidatos fizeram confusão no conteúdo envolvendo isotopia e radioatividade. No item b, muitos candidatos chegaram a fazer cálculos corretamente, o que não era necessário,

mas confundiram a questão do número de massa com a quantidade em moles. A leitura atenta é fundamental para a resolução do item **c**. Nesse item o candidato deveria entender que 15 aplicações em períodos regulares, e no intervalo de três anos, significam uma média de cinco aplicações por ano. Embora no texto principal da questão não fosse dito nada sobre o período de um ano, o texto do item **c** explorava esse aspecto. A banca optou por esse artifício de modo a privilegiar a leitura atenta do texto em detrimento da leitura superficial, que leva o candidato a uma resolução simplesmente mecânica, como acontece frequentemente no ensino médio. Valia, aqui, um recado para os educadores e autores de livros.

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 $L s^{-1}$); **F** (massa de solução pulverizada em $kg s^{-1}$); **C** (concentração do agrotóxico no líquido pulverizado em $mol L^{-1}$); **P** (porcentagem em massa de 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 a sua massa molar é de $213,4 g mol^{-1}$, escreva a sua fórmula.
- c)** De acordo com a fórmula do agrotóxico, em que estado de oxidação encontra-se o cobre? Justifique sua resposta.

Resposta Esperada

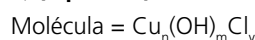
a) (2 pontos)

A quantidade **Q** poderia ser calculada pelas seguintes fórmulas:

$$Q = 10 F t P \quad \text{ou} \quad Q = V C M t$$

Na resolução o candidato deveria mostrar a análise dimensional como justificativa da fórmula obtida.

b) (2 pontos)



Massas Molares em $g mol^{-1}$: Cu = 63,5; OH = 16,9; Cl = 35,4

$$213,1 = 63,5 n + 16,9 x + 35,4 y$$

$$Cu_2(OH)_3Cl \text{ (pois } 2 \times 63,5 + 3 \times 16,9 + 1 \times 35,4 = 213,1 g mol^{-1}\text{)}$$

A resolução dessa equação é por tentativa e erro. Facilitaria a resolução, e isso era um dos pontos principais do item, que o candidato soubesse os possíveis estados de oxidação do íon cobre e as cargas dos íons cloreto e hidroxila.

c) (1 ponto)

Para que a molécula seja eletricamente neutra, o Cu deve estar no estado de oxidação 2+, pois há três cargas negativas dos OH^- e uma carga negativa do Cl^- .

Observação: Por ocasião da aplicação da prova foi apresentada uma errata em que a massa molar do $Cu_2(OH)_3Cl$ foi ajustada para $213,1 g mol^{-1}$. Tal ajuste, embora não necessário, foi feito com a intenção de adequar os cálculos aos dados da Tabela Periódica fornecida com a prova.

Exemplo Acima da Média

a) $Q = V \cdot t \cdot C \cdot M$

b) $Cu_2O \cdot H_2O \Rightarrow M = 2 \cdot 63,5 + 3 \cdot 16,9 + 35,4 = 213,1 \text{ g/mol}$

c) O cobre encontra-se em um composto com $N_{ox} = +2$, pois, de acordo com a fórmula, tem-se:

| | Cu ₂ | O ₄ | H ₂ | O |
|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----|
| N _{ox} | +2 | -1 | -1 | -1 |
| | +4 | -3 | -1 | -1 |

Exemplo Abaixo da Média

Resp: a) Temos a equação $C = \frac{m}{V}$ sendo: $C = \frac{F \cdot P}{V \cdot t}$; onde:

C = Concentração P = porcentagem em massa

F = massa solúvel V = Vazão e t = tempo

5) Note: $F \cdot P = \text{massa em gramas}$ } $m = C \cdot V \cdot t$ } $Q = C \cdot V \cdot t$
 $V \cdot t = \text{Volume total}$

b) A fórmula correta e possível é: $CuCl_2 \cdot O_4 \cdot H_2O$

c) Se acordo com a fórmula o Cu (cobre) possui como estado de oxidação o valor $+2$

O cloro possui 2 átomos; temos: $CuCl_2 \therefore Cu^{2+} Cl_2^{-}$

Comentários

Essa questão apresentava três itens, que exigiam conhecimentos em diferentes áreas do conhecimento químico. O item a, que exigia um conhecimento maior de matemática, era independente dos outros dois itens. Pelo fato de o texto do item a apresentar diversas grandezas que podem ser redundantes,

os candidatos tiveram muita dificuldade para combiná-las corretamente. O problema principal dos candidatos se referiu ao uso da porcentagem em massa, que levava a uma resposta final envolvendo o número 10 na fórmula matemática. Essa foi a maior dificuldade dos candidatos. O item **b** apresentava um problema de determinação de fórmula mínima de maneira não usual. Corriqueiramente, apresenta-se ao aluno um resultado de análise elementar e, a partir desse resultado, se obtém a fórmula da substância. Aqui, a dificuldade adicional era a de que o íon cobre pode se apresentar nos estados de oxidação +2 e +1, de modo que a resolução do item exigia uma estratégia mais elaborada de cálculo, envolvendo lógica. O item **c** era dependente do **b**. Isto pode parecer indesejável para uma prova. No entanto, nessa questão em particular, a vinculação dos dois itens servia para lembrar que o cobre pode se apresentar em mais de um estado de oxidação, o que levaria o candidato a pensar nessa possibilidade para a resolução do item **b**.

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 obtém 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 CO_2 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 essa 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?

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

Usando a Lei de Hess:



Portanto:



b) (1 ponto)

Sim, contribui para o efeito estufa, pois uma grande quantidade de CO_2 e/ou CH_4 é produzida, e estes são gases causadores do efeito estufa.

$$M_{(\text{hexose})} = 179,4 \cong 180 \text{ g mol}^{-1}$$

c) (2 pontos)

Número de mols de hexose em 5,8 kg = $(5,8 \times 10^3 / 180) = 32,3$ moles

Segundo a equação química:

58 moles da hexose \rightarrow produzem 35,5 moles de CH_4 .

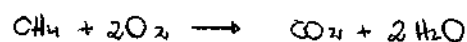
32,3 moles da hexose \rightarrow produzem n moles de CH_4

Portanto, $n \cong 19,8$ moles de CH_4

Observação: Por ocasião da aplicação da prova foi apresentada uma errata, pois a equação que representava a reação de fermentação apresentava um erro de digitação. Esse equívoco não comprometia, de maneira alguma, a resolução da questão. A errata foi apresentada na suposição de que algum candidato pudesse identificar o equívoco, ficando inseguro quanto à resolução. Nenhum candidato, nem remotamente, foi prejudicado pela incorreção da equação química apresentada, visto que a resolução da questão não está, em nenhum aspecto, vinculada ao equívoco.

Exemplo Acima da Média

a) A entalpia de formação da água é: -242 KJ/mol .



$$\Delta H = H_P - H_R \quad -803 = (-394 + 2 \cdot H_A) - (-75)$$

$$-484 = 2 \cdot H_A \quad H_A = -242 \text{ KJ/mol}$$

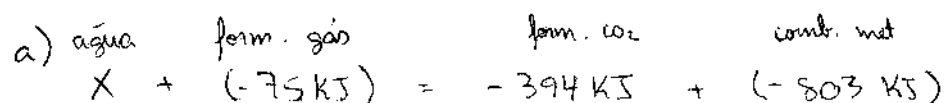
b) Sim, afinal o processo de fermentação digestiva de ruminantes produz o gás metano, um dos responsáveis pelo agravamento do efeito estufa e como consequência contribuinte para o aquecimento global.

c) O número de moles de gás metano produzido é: 19 aproximadamente.

$$\begin{array}{l} 58 \times 180 \text{ g de hexose} \text{ --- } 35,5 \text{ moles de metano} \\ 5800 \text{ g de hexose} \text{ --- } x \end{array}$$

$$x = \frac{5800}{58 \cdot 180} \cdot 35,5 = \frac{355}{18} \cong 19 \text{ moles}$$

Exemplo Abaixo da Média



$$X = -3322 \text{ KJ/mol}$$

b) Sim, pois a reação libera calor.

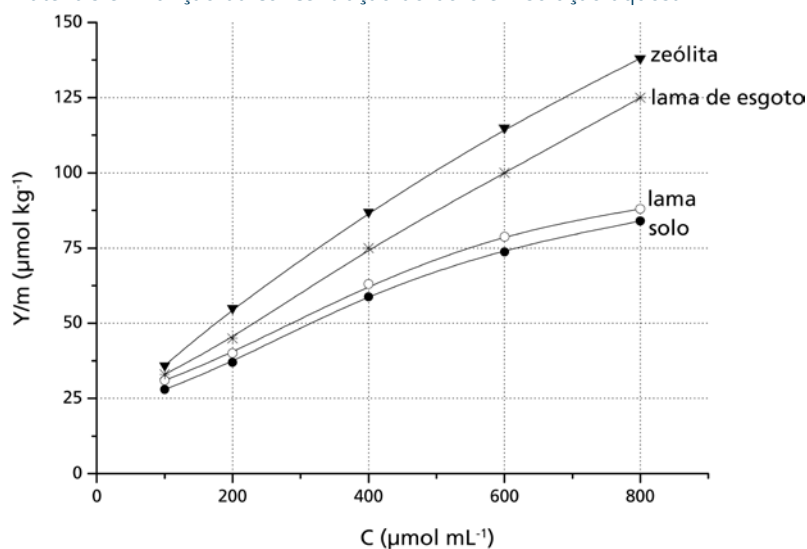
c) 5,9 moles.

Comentários

O item **a** da questão envolvia conhecimentos fundamentais sobre termoquímica. O grande problema dos candidatos em relação a este item foi a troca de sinal no resultado ou o fato de não dividirem o resultado obtido por dois moles de água.

No item **b** constatou-se um bom índice de acertos, já que a grade de correção contemplava diversas possibilidades de justificativas. A idéia principal desse item, no entanto, era mostrar que a atividade pecuária está longe de ser uma atividade limpa e sem prejuízos ao clima do planeta. O item **c** explorava aspectos de estequiometria e, como se faz freqüentemente na prova de Química, privilegiava a leitura, já que pedia a quantidade de moles de gás metano formado na fermentação de certa massa de hexose. Repare que essa quantidade, em massa, tinha um módulo semelhante ao coeficiente da equação química. Essa quase coincidência foi colocada justamente para dar importância a uma leitura mais cuidadosa das informações. A banca observou que a maioria dos erros nos itens **a** e **c** foram provocados por dificuldades em cálculos com potências e sinais.

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 em água 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:

- Dos materiais em questão, qual é o mais eficiente para a retenção do boro? Justifique sua resposta.
- Para uma concentração de boro de $600 \mu\text{mol mL}^{-1}$, quanto o material do item **a** adsorve a mais que o solo em μmol de boro por tonelada?
- Entre as concentrações de 300 e $600 \mu\text{mol mL}^{-1}$, 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 .

Resposta Esperada

a) (1 ponto)

A zeólita, pois analisando o gráfico, é ela que apresenta maior quantidade de boro adsorvido em toda a faixa de concentração.

b) (2 pontos)

Segundo o gráfico:

Na concentração indicada, a adsorção do solo é de $75 \mu\text{mol/kg}$ e a da zeólita está entre 110 e $115 \mu\text{mol/kg}$.

Assim:

A diferença entre as quantidades adsorvidas pela zeólita e pelo solo é de

$$115 - 75 = 40 \mu\text{mol/kg}$$

Usando outro valor, por exemplo, $110 \mu\text{mol/kg}$:

$$110 - 75 = 35 \mu\text{mol/kg}$$

OBS: qualquer valor entre 110 e $115 \mu\text{mol/kg}$ é válido.

Em toneladas de material adsorvente:

$$35 \times 10^3 = 35.000 \mu\text{mol/tonelada}$$

$$40 \times 10^3 = 40.000 \mu\text{mol/tonelada}$$

OBS: Aqui está apresentada uma faixa de valores, pois o gráfico não permite uma leitura mais precisa para a adsorção da zeólita.

c) (2 pontos)

A inclinação obtida do gráfico é $\Delta y/\Delta x \cong (100 - 75) / (600 - 400) \cong 0,125$

$Y = 0,125 C + b$, quando C vale 400, Y vale 75,

então : $75 = 0,125 \times 400 + b$, donde $b \cong 25 \mu\text{mol/kg}$

Assim, a equação da reta para a adsorção de boro pela lama do esgoto será:

$Y = 0,125 C + 25$

Coefficiente angular possível: entre 0,12 e 0,13.

Coefficiente linear possível: entre 23 e 27.

Exemplo Acima da Média

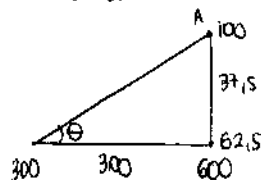
a) O material mais eficiente para retenção de boro é a zeólita pois é a que adsorve mais boro, para uma mesma concentração de boro, que as outras.

b) Para uma concentração de boro de $600 \mu\text{mol mL}^{-1}$ a zeólita adsorveu $112,5 \mu\text{mol kg}^{-1}$ enquanto o solo adsorveu $75 \mu\text{mol kg}^{-1}$ portanto foi uma diferença de $37,5 \mu\text{mol kg}^{-1}$

$$\frac{37,5 \mu\text{mol}}{\text{kg}} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} = 37500 \frac{\mu\text{mol}}{\text{ton}}$$

A zeólita adsorve $37500 \mu\text{mol. ton}^{-1}$ a mais que o solo.

c) Para uma reta temos que o coef. ang. $\cong \text{tg}\theta$, portanto temos:



$$a \cong \text{tg}\theta = \frac{37,5}{300} = 0,125$$

No ponto A as coordenadas são (600, 100)

$$y - 100 = 0,125(x - 600) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow y - 100 = 0,125x - 75 \Leftrightarrow y = 0,125x + 25 \quad (y \text{ são os valores de } Y/m \text{ e } x \text{ os valores de } C)$$

Exemplo Abaixo da Média

a) O boro é facilmente "arrastado" pela chuva.
A lama porque possui umidade suficiente e necessária.

$$b) \text{Boro} = 600 \mu\text{mol mL}^{-1}$$

$$c) 300 \text{ a } 600 \mu\text{mol mL}^{-1}$$

Comentários

Essa questão envolvia uma leitura simples de gráfico. Os cálculos subsequentes no item **b** eram muito simples e o item **c**, mais uma vez, exigia conhecimentos específicos de matemática, essencialmente, a equação da reta. O principal erro dos candidatos no item **b** deveu-se à transformação de unidades. No item **c** várias equações matemáticas, relacionando as variáveis x e y , foram consideradas certas, além de a faixa de resultados ter sido, também, bem alargada, em vista das dificuldades de leitura de valores no gráfico.

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 de 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 que contém inicialmente 10.000 mg de sais por litros 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 o sal dissolvido na água salobra 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.

Resposta Esperada

a) (1 ponto)

$$\text{Água salobra} = 10.000 \text{ mg L}^{-1}$$

Se o volume se reduz a $\frac{1}{4}$ do inicial na dessalinização:

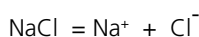
$$\text{Concentração final} = 10.000 \text{ mg} / 0,25 \text{ L} = 40.000 \text{ mg L}^{-1}$$

b) (2 pontos)

$$\pi = (n/V) RT$$

$$10.000 \text{ mg L}^{-1} \text{ de NaCl} = 10 \text{ g L}^{-1}$$

$$n = 10 / 58,3 = 0,17 \text{ moles L}^{-1} \text{ de NaCl}$$



portanto, a concentração de partículas (Na^+ e Cl^-) é de $2 \times 0,17 = 0,34$ moles de partículas por litro.

$$\pi = 0,34 \times 8314 \times 300$$

$$\pi \cong 8,5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

c) (2 pontos)

Se a água salobra contivesse Na_2SO_4 ao invés de NaCl , mas na mesma concentração, então a pressão a ser aplicada seria maior, já que o Na_2SO_4 contém três ions (índice de vant'Hoff) por fórmula, enquanto o NaCl só contém dois.

Exemplo Acima da Média

a) $m = 10.000 \text{ mg}$ $C = \frac{m}{V}$
 $V = 0,25 \cdot \text{l} = 0,25 \text{ L}$
 $C = \frac{10.000}{0,25}$ $C = 40.000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

b) $\pi = \eta \cdot R \cdot T \cdot i$

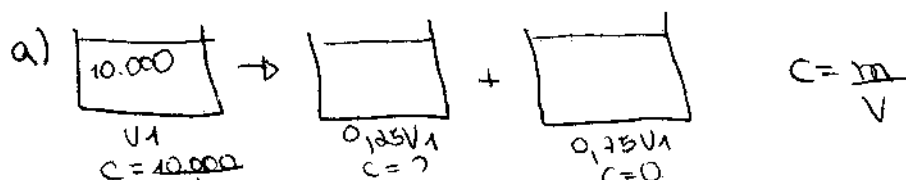
$$\eta = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{10}{58,3 \cdot \text{l}} \quad T = 27 + 273 = 300 \text{ K} \quad i = 2$$

$$\pi = \frac{10}{58,3} \cdot 8314 \cdot 300 \cdot 2 = 8,64 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$P > 8,64 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

c) A pressão aplicada seria maior, pois, para o Na_2SO_4 , $i = 3$. Isso aumentaria a pressão osmótica, fazendo com que a pressão a ser aplicada também aumentasse.

Exemplo Abaixo da Média

a) 

$$10.000 \cdot V_1 = C \cdot 0,25 \cdot V_1 + 0 \cdot 0,75 \cdot V_1$$

$$C = \frac{10.000}{0,25} = 40.000 \text{ mg/L}$$

b) $PV = nRT$
 $P_1 V_1 = \frac{40.000}{58,3} \cdot 8,314 \cdot 300$

NaCl $\begin{matrix} 22,9 \\ +35,4 \\ \hline 58,3 \end{matrix}$ 300K

c) Seria menor, pois NaCl "chupa" mais água.

Comentários

O item **a** da questão envolvia a aplicação de conteúdo específico sobre concentração e diluição de soluções. Um problema muito simples e de aplicação direta de fórmula. O item **b**, embora envolvesse um conhecimento específico sobre pressão osmótica, trazia no enunciado informação sobre a analogia entre a fórmula a ser utilizada e a equação dos gases ideais. No item **c** o candidato se via diante de duas questões a serem resolvidas. Na primeira, ele deveria conhecer a fórmula da substância, no caso o sulfato de sódio, e lembramos que a questão 3 fornecia a fórmula do ácido sulfúrico. Na segunda, o candidato deveria fazer corretamente a dissociação do sulfato de sódio e compará-la à do cloreto de sódio. A informação básica estava no enunciado do item **b**, em que se afirmava que o fenômeno está diretamente relacionado ao número de partículas em solução. A previsão da banca era que essa seria uma questão de dificuldade média, já que o item **a** era de aplicação direta do conceito de diluição. O item **b**, embora envolvesse um conhecimento específico sobre pressão osmótica, informava, no enunciado, a analogia existente entre a fórmula a ser utilizada e a equação dos gases ideais. Nesse item, especificamente, notou-se que os candidatos insistiram em usar a constante dos gases em outras unidades que não a fornecida, o que gerou um gasto maior de tempo na resolução do item e ocasionou erros de cálculos. A questão de leitura se apresentou novamente no item **b**, em que muitos candidatos confundiram a solução final a que se referia o item **a** (40.000 mg / L) com a que deveria ser considerada (10.000 mg / L).

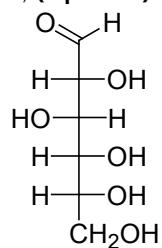
12. Uma hexose, essencial para o organismo humano, pode ser obtida do amido, presente no arroz, na batata, no milho, no trigo, na mandioca, ou da sacarose proveniente da cana-de-açúcar. A sua fórmula estrutural pode ser representada como uma cadeia linear de carbonos, apresentando uma função aldeído 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.

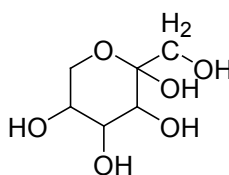
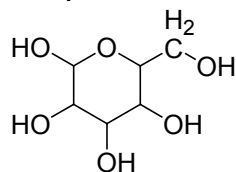
b) A partir das informações do texto, desenhe a estrutura cíclica dessa molécula de hexose.

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

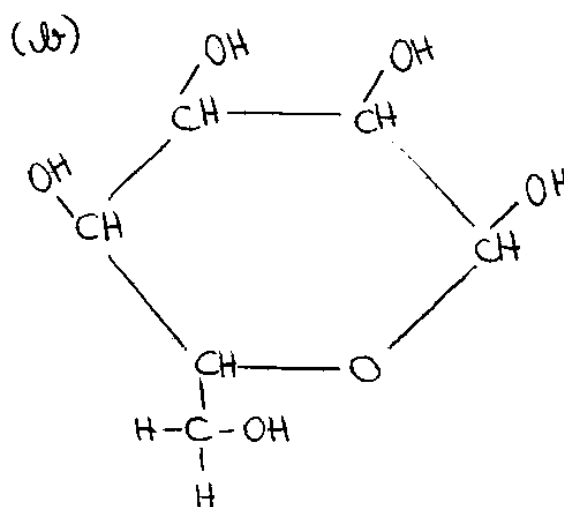
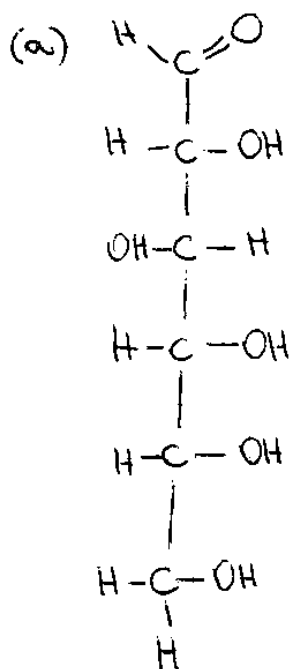


b) (3 pontos)



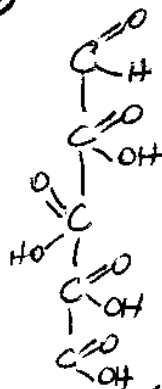
As duas estruturas acima, ou pequenas variações delas, foram consideradas válidas.

Exemplo Acima da Média

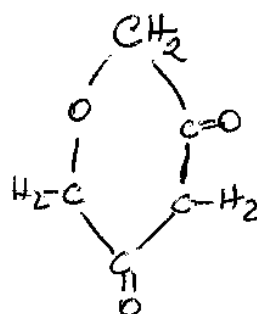


Exemplo Abaixo da Média

a) Fórmula estrutural linear vertical do hexose:



b) Estrutura cíclica dessa molécula de hexose:



Comentários

O texto do enunciado dava uma descrição perfeita para se construir a fórmula molecular estrutural da molécula de hexose, conforme pede o item **a**. Tratava-se de ler o texto e usar as informações. O único conteúdo exigido era que o candidato soubesse o que é uma função álcool e uma função aldeído. Um aspecto relevante da pergunta, e que nem todos os candidatos seguiram, era a instrução de desenhar a estrutura da molécula na posição vertical e com a maioria das funções álcool do lado direito. Somente com essas diretrizes seria possível efetuar a correção desse item, já que as múltiplas possibilidades de resposta inviabilizariam a correção. Os erros mais comuns nesse item diziam respeito ao número de carbonos na cadeia, principalmente por distração do candidato. O item **b** exigia uma resposta um pouco mais elaborada e pelo fato de haver um problema conceitual no enunciado do item, no que diz respeito à ligação que se estabelecia na formação do ciclo, a grade de resposta foi acertada para contemplar essa falha. Como se tratava de uma leitura cuidadosa das respostas dadas, estabeleceram-se alguns critérios de correção, além daqueles presentes no enunciado, de modo a facilitar o trabalho dos corretores.