

COMVEST
Comissão Permanente para os Vestibulares

2008
vestibular nacional
UNICAMP

2ª Fase

Química

QUÍMICA

INTRODUÇÃO

A prova de Química da segunda fase trouxe de volta a dupla de investigadores criada no vestibular 2001 e que entrou em ação efetiva como investigadores no vestibular 2002. A história completa pode ser conferida nesses dois vestibulares e a trilogia é discutida na página da Comvest do vestibular 2008. Agora nossos personagens voltaram comemorando seus vinte e cinco anos de casamento, e mostrando todo o seu estilo. A prova contempla, em sua primeira parte, questões relativas ao cotidiano do lar e, na segunda parte mostra a paixão do casal Mitta pelas coisas de Química. É importante notar que a prova se apresenta de uma forma diferenciada, narrando as atividades do casal no dia de sua festa de bodas de prata. A narrativa ainda deixa para o leitor, algumas pistas do motivo da comemoração. A banca elaboradora acredita que essa forma de apresentação pode contribuir de algum modo para outros propósitos pedagógicos, se utilizada adequadamente no ensino médio. Outrossim, acredita que a utilização de alguns elementos cômicos, como é o caso presente, de maneira alguma prejudica o processo de avaliação, qualquer que seja o seu objetivo, uma vez que os princípios básicos de química estão contemplados de uma forma rigorosamente correta. O fato de os personagens utilizarem uma linguagem mais “informal” denota a preocupação da banca em manter o mais próximo possível o cotidiano anteriormente aludido, procurando retratar a fala e as atitudes das personagens de uma forma “natural”.

Eles estão de volta! Omar Mitta, vulgo Rango, e sua esposa Dina Mitta, vulgo Estrondosa, a dupla explosiva que já resolveu muitos mistérios utilizando o conhecimento químico (vestibular UNICAMP 2002). Hoje estão se preparando para celebrar uma data muito especial. Faça uma boa prova e tenha uma boa festa depois dela.

Embora esta prova se apresente como uma narrativa ficcional, os itens a e b em cada questão de 1 a 12 devem, necessariamente, ser respondidos.

1.

Bem de manhã, Dina foi muito enfática: “*Não se esqueça de verificar o resultado do exame de sangue do Pipetão antes de escolher a ração adequada. Lembre-se que os níveis de uréia e de creatinina são importantes na avaliação da saúde do animal!*” Omar deu uma olhada no exame e o resultado indicava $1,20 \times 10^{-4}$ mol de creatinina por litro de sangue. Os valores de referência, como Rango sabia, seriam aceitáveis na faixa de 0,5 a $1,5 \text{ mg dL}^{-1}$. A comparação permitiu que ele decidisse entre uma ração normal e uma indicada para cães com insuficiência renal.

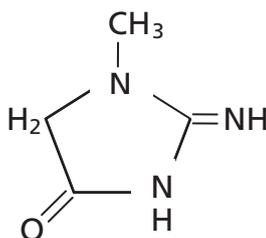
a)

Qual o tipo de ração escolhido por Omar na alimentação do Pipetão? Justifique.

b)

Dina disse que o exame de sangue pode avaliar o nível de uréia. Sabe-se que esse nível é influenciado pela dieta alimentar. Nas embalagens de rações para animais, são dadas informações quantitativas de: umidade, proteína bruta, fibras, gorduras, matéria inorgânica, cálcio e fósforo. Se o Pipetão estivesse com o nível de uréia no sangue acima do limite normal, com qual dessas informações Rango deveria se preocupar ao escolher a ração mais adequada? Justifique.

Dado: Fórmula estrutural da creatinina



uréia é um subproduto do metabolismo de proteínas e ambos os compostos possuem o átomo de nitrogênio em suas moléculas. A nota média da questão foi de 1,44 de um total de 4 pontos e nos critérios estatísticos esta foi a questão de maior índice de discriminação. A correção evidenciou que os candidatos foram melhor no item **b**, pois o item **a** exigia uma série de conteúdos em seqüência. Errar um deles poderia significar um zero no item. De forma geral, mesmo os candidatos que erraram o item **a**, mas que tentaram respondê-lo, conseguiram perceber que se tratava de um problema de conversão de unidades. Essa questão, do ponto de vista pedagógico, tinha o propósito de mostrar a importância de se ler e entender resultados de um exame clínico.

2.

O nosso herói, logo depois de tratar o Pipetão, foi à cozinha e resolveu "traçar" alguma coisa. Encontrou uma embalagem de pão ainda fechada. Pensou: "Vai ser isso mesmo, mas com manteiga ou margarina? Eu sei que se recomenda uma baixa ingestão diária de colesterol e que a gordura saturada, quando ingerida em excesso, aumenta o "mau" colesterol (LDL) e também o "bom" colesterol (HDL). Essa manteiga contém colesterol e gordura saturada. Por outro lado, essa margarina não tem nada de colesterol e tem muita gordura trans, que, assim como as gorduras saturadas, aumenta o LDL, mas tende a baixar o HDL". Com as duas embalagens na mão e todas essas informações, Rango ficou ali babando e se perguntando...

a)

"Meu mais recente exame de sangue mostrou que o nível de HDL está na faixa aceitável. Se eu pensar só nisso, será que eu devo usar a manteiga ou a margarina? Por quê?"

b)

"Mas há outra coisa, meu valor de LDL está acima da faixa aceitável. E agora? Se eu levo em conta só esse fato, eu devo ou não besuntar o pão com manteiga ou margarina? Por quê?"

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

Manteiga, pois ela aumenta o HDL, o colesterol "bom", já a margarina diminui o HDL.

b) (2 pontos)

Não deve besuntar o pão, pois tanto a manteiga como a margarina aumentam o colesterol ruim, o LDL.

Exemplo Acima da Média

a) Manteiga, pois se ela tende a aumentar o LDL e o HDL com o colesterol e a gordura saturada, seu nível de HDL, o "bom" colesterol continuará elevado e superior ao LDL.

b) Não, pois ambos tendem a aumentar o nível de LDL, o que não é indicado para quem já possui níveis altos desse colesterol.

Exemplo Abaixo da Média

a) Pensando só no fato do nível de HDL estar na faixa aceitável, Rango poderia usar qualquer uma das duas, porém seu nível de HDL tenderia a baixar se este usasse a margarina.

b) Levando em conta só esse fato, Rango deveria usar somente a manteiga, já que esta aumentaria o nível de LDL e também o de HDL. Agora, se Rango usar margarina, além de aumentar ainda mais o nível de LDL, o nível de HDL ("destrói" o LDL) cairá, isso poderia provocar um entupimento de uma veia ou artéria do seu corpo.

Comentários

Essa questão mostra uma faceta ingrata da experiência de pessoas com excesso de peso, associado a problemas de saúde relacionados com a ingestão de certos alimentos. Nosso personagem, Rango, é um exemplo típico de alguém que precisa ficar de olho em seus exames clínicos. A banca procurou usar uma série de palavras e conceitos que permeiam parte dos exames clínicos de sangue. Dessa forma, há pelo menos, 6 ou 7 palavras que podem criar certa confusão, para o cidadão comum. A banca elaboradora procurou explorar esse aspecto, ao máximo, nos dois itens da questão. De um modo geral os candidatos se saíram muito bem nos dois itens, sendo esta a questão de maior média na prova de química (2,65). Para a banca elaboradora, o propósito principal era mostrar que, às vezes, a memorização é uma ferramenta essencial na leitura da vida. Embora nosso personagem não fosse morrer ao ingerir a manteiga ou a margarina de forma indiscriminada, sua preocupação com a saúde o obriga a fazer as opções corretas de alimentação, a cada momento da vida. Em geral os candidatos tiveram um desempenho melhor no item **a**, já que no item **b** muitos, mesmo sabendo que tinham que optar por *besuntar* ou não o pão, depois de ter respondido corretamente, continuaram a resposta afirmando que, no entanto, se o Rango tivesse que escolher ele, deveria preferir... Para a banca corretora, essa dupla resposta impossibilita saber qual é a resposta do candidato. É importante observar que o candidato, ao responder à questão deve levar em conta o que a banca pede e não outras possibilidades não exigidas.

3.

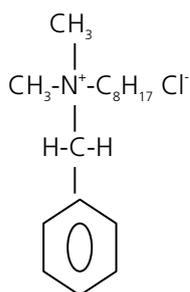
Depois de comer, Rango foi limpar o banheiro. Pegou o produto apropriado, e com muita preguiça, começou a "roncar" com ele na mão. Acordou assustado e, disfarçando, como se Dina estivesse ali, foi logo lendo a formulação na embalagem. Ali se informava que o produto comercial continha um agente anti-bacteriano, um sal orgânico, cujo ânion é o cloreto e cujo cátion é formado por um átomo de nitrogênio, ao qual se ligam quatro grupos: duas metilas, uma benzila e a cadeia carbônica $-C_8H_{17}$. Ficou pensando...

a) "Como é a fórmula estrutural desse bactericida?"

b) "A embalagem mostra que o pH desse produto é igual a 5. Aquele outro detergente específico que eu usei na cozinha tinha pH igual a 12. Qual deles é mais ácido? Quantos mols de H^+ há dentro da embalagem de 500 mL desse produto mais ácido?"

Resposta Esperada

a) (2 pontos)



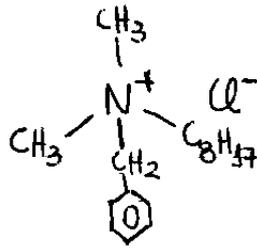
b) (2 pontos)

O mais ácido é o de $\text{pH} = 5$, já que $\text{pH} = -\log [H^+]$; então, o de $\text{pH} = 5$ tem $[H^+] = 1 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$, enquanto que, no outro, esse valor é de $1 \times 10^{-12} \text{ mol L}^{-1}$.

$$nH^+ = 0,5 \text{ L} \times 1 \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-6} \text{ mol de } H^+$$

Exemplo Acima da Média

a)



b) O detergente mais ácido é o que Paulo pegou para limpar o banheiro. Há $5 \cdot 10^6$ mols de H^+ dentro da embalagem de 500 mL desse produto.

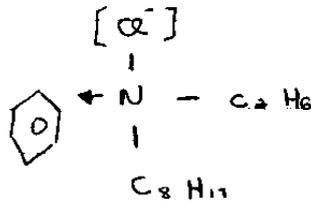
$$\begin{array}{l}
 [\text{H}^+] = ? \\
 500 \text{ mL} = 0,5 \text{ L}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{pH} = -\log[\text{H}^+] \\
 5 = -\log[\text{H}^+] \\
 [\text{H}^+] = 10^{-5} \text{ mol/L}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 1 \text{ L} \quad \times \quad 10^{-5} \text{ mol H}^+ \\
 0,5 \text{ L} \quad \times \\
 \hline
 x = 5 \cdot 10^{-6} \text{ mol}
 \end{array}$$

Exemplo Abaixo da Média

a) A fórmula molecular desse bactericida é:



b) pH (produto): 5 (ácido) 500 mL = 0,5 L
 pH (detergente): 12 (básico)

O produto mais ácido é o do produto comercial. Há dentro da embalagem de 500 mL 2,5 mols de H^+

$$\begin{array}{l}
 1 \text{ L} - 5 \text{ mols} \\
 0,5 \text{ L} - x
 \end{array}$$

$$\boxed{x = 2,5 \text{ mols}}$$

Comentários

Quando fazemos compras, a escolha do produto de limpeza apropriado requer uma análise cuidadosa. A dona de casa já sabe disso e faz essas escolhas, levando em conta principalmente a propaganda que, de certa forma, procura acentuar a indicação e a qualidade do produto para a função a que se destina. Para o fabricante, a finalidade do produto é obtida levando-se em conta alguns princípios fundamentais de química: que tipo de sujeira tem em vista, se há muita gordura, se a sujeira é orgânica ou inorgânica, se há microorganismos patogênicos no meio, etc. De certa forma a banca procurou explorar alguns desses aspectos ao exigir, no item a, que o candidato escrevesse uma fórmula estrutural a partir de sua descrição. Repare que bastava ao candidato conhecer alguns radicais orgânicos e saber a fórmula de um sal orgânico. Alguns podem argumentar que o

radical benzila é uma infeliz escolha para o candidato, entretanto a banca foi fiel à primeira patente americana desse tipo de produto, de autoria de Robert Black. A maior dificuldade dos candidatos nesse item foi relativa a esse fato. O uso de um radical fenil no lugar do benzila não implicou em erro total do item, mas mereceu pontuação. O item **b** teve maior nota média e não apresentou dificuldades para os candidatos que sabiam a definição de pH. Era importante que o candidato indicasse a concentração de H^+ para os dois produtos. A média da questão foi de 1,77, um resultado bem próximo dos 50% de acerto.

4.

Após a limpeza do banheiro, Rango foi à sala e removeu todos os móveis e, de tão feliz e apaixonado, começou a cantarolar: *"Beijando teus lindos cabelos, Que a neve do tempo marcou... Estavas vestida de noiva, Sorrindo e querendo chorar..."* De repente, volta à realidade lembrando que tinha que limpar aquela sala de 50 m^2 e de 3 m de altura, antes que Dina voltasse. *"Hoje a temperatura está em 32 °C e a pressão atmosférica na sala deve ser, aproximadamente, 4 vezes o valor da minha pressão arterial sistólica (180 mmHg ou aproximadamente 21.000 Pa), sem medicação. Ah, se eu fosse tão leve quanto o ar dessa sala!"*, pensava Rango...

a)

"Se o ar se comporta como um gás ideal, quantos mols dessa mistura gasosa devem estar presentes aqui na sala?"

b)

"Se minha massa corpórea é de 120 kg, e eu acho que estou fora do peso ideal, então, se eu tivesse a mesma massa que o ar dessa sala, eu estaria melhor? Por quê?"

Dados: constante dos gases = $8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $T / K = 273 + t / ^\circ\text{C}$; o ar é composto de, aproximadamente, 78% em massa de nitrogênio, 21% de oxigênio, 1,0 % de argônio.

Resposta Esperada

a) **(2 pontos)**

$$P V = n R T = 4 \times 21.000 \times (50 \times 3) = n \cdot 8,314 \times 305 \rightarrow n = 4.969 \text{ mol.}$$

b) **(2 pontos)**

Em 100 gramas de ar há 78 g de N_2 , 28 g de O_2 e 1 g de Ar. Assim, a quantidade em mol dos gases em 100 g de ar é: $N_2 = 78/28 = 2,786$, $O_2 = 21/32 = 0,656$ e $Ar = 1/40 = 0,025$ mols. A quantidade total de mols em 100 g de ar = $(2,786 + 0,656 + 0,025) = 3,467$ mols

$$\begin{array}{lcl} 100 \text{ g} & \rightarrow & 3,467 \text{ mols} \\ m_{\text{ar}} & \rightarrow & 4969 \qquad m_{\text{ar}} \sim 143 \text{ kg} \end{array}$$

Logo, Rango seria mais pesado ainda se sua massa fosse igual à do ar daquela sala.

Exemplo Acima da Média

a.) $V_{sala} = 150 m^3 = 150 \times 10^3 L$ Como o ar se comporta como um gás ideal: $PV = nRT$
 $P_{sala} = 4(21.000) = 84 \times 10^3 Pa$
 $T_{sala} = 305 K$
 $R = 8,314 Pa \cdot m^3 \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$ $\therefore n = \frac{84 \times 10^3 \times 150}{8,314 \times 305} \approx 5,0 \times 10^3 \text{ mols}$

b) ar $\left\{ \begin{array}{l} 78\% N_2 \\ 21\% O_2 \\ 1\% Ar \end{array} \right.$ $\left. \begin{array}{l} 1 \text{ mol } N_2 - 28g N_2 \\ n_1 - 78g N_2 \\ n_1 \approx 2,78 \text{ mols} \end{array} \right\}$ $\left. \begin{array}{l} 1 \text{ mol } O_2 - 32g O_2 \\ n_2 - 21g O_2 \\ n_2 \approx 0,656 \text{ mols} \end{array} \right\}$ $\left. \begin{array}{l} 1 \text{ mol } Ar - 40g Ar \\ n_3 - 1g Ar \\ n_3 = 0,025 \text{ mols} \end{array} \right\}$

100g ar $\left\{ \begin{array}{l} 78g N_2 \\ 21g O_2 \\ 1g Ar \end{array} \right.$ $\therefore 100g \text{ ar} \approx 3,46 \text{ mols}$
 $m = \frac{100g}{3,46 \text{ mols}} \times 5 \times 10^3 \text{ mols}$
 $m \approx 144,5 kg$

Como não estaria melhor porque se tirasse a mesma massa que o ar da sala em que estava, sua massa corporea seria ainda maior que os 120 kg atuais.

Exemplo Abaixo da Média

a) $V = 50 m^2 \cdot 3 m \therefore V = 150 m^3$ $(K)T = 273 + 32 \rightarrow T = 305 K$

$P \cdot V = R \cdot n \cdot T \rightarrow 21 \cdot 10^3 \cdot 150 \cdot 10^3 = 8,314 \cdot n \cdot 305 \rightarrow 63 \cdot 10^4 = 61 \cdot 8,314 \cdot n$
 $n = \frac{50000000}{4157} \approx \frac{5000}{4} \cdot \frac{2500}{2} = 1250 \text{ mols dessa mistura há na sala}$

b) \textcircled{U} $\left. \begin{array}{l} 1250 \text{ mol} - 100\% \\ x_1 - 70\% \approx 80\% \end{array} \right\} \begin{array}{l} * x_1 = 1000 \text{ mol de } N \approx 14 \text{ kg de } N \\ * x_2 \approx 250 \text{ mol de } N \approx 4 \text{ kg de } O \end{array} \right\} 28 \text{ Kg}$

\textcircled{D} $\left. \begin{array}{l} 1250 \text{ mol} - 100\% \\ x_2 - 20\% \approx \end{array} \right\} \begin{array}{l} * Ar desprezível \end{array}$

Se tivesse a mesma massa do ar ele teria 28Kg, o que é um peso muito abaixo se comparado ao seu forte, o que seria pior.

Comentários

A questão 4 trata de um aspecto muito pouco explorado no ensino, no que diz respeito ao estudo de gases. No cotidiano, é muito comum o uso da expressão "leve como o ar". Dessa forma, o conceito de densidade é trocado pelo de massa, o que leva a muitos problemas conceituais. A banca elaboradora resolveu explorar esse fato, pois considera que esse aspecto é importante. Inicialmente, quando o enredo da prova ainda não estava delineado, Rango cantarolava a música de Chico Buarque, Construção, onde diz "e flutuou no céu feito um pacote plástico". Na evolução do tema, Rango passa a cantarolar Bodas de Prata, mas tem a preocupação inicial, relativa ao seu excesso de peso. A rigor, na situação descrita na questão, não era necessária a remoção completa dos móveis para a limpeza da sala, no entanto, o cálculo da quantidade de gás ficaria complexo e então a banca optou por esse procedimento. A nota média na questão foi de 1,18, um valor baixo, mais em função dos erros no item **b** do que no item **a**. No item **b**, muitos candidatos optaram por usar as frações fornecidas em massa,

adotando seus módulos, mas usando-os como fração em mol. Dessa forma, embora os resultados não comprometessem significativamente o valor encontrado de massa, essa não é a forma correta. A banca acredita que essa troca pode ter sido influenciada mais pelo uso costumeiro desses valores como fração em mol (ou fração em volume) do que por dificuldades de cálculo. Entendendo que essa leitura não atenta tenha se originado mais em função da tensão da hora da prova, a banca corretora procedeu aos devidos ajustes da correção. No item **a** os erros foram bem poucos e, freqüentemente, ocorreram pelo fato de não se considerar a pressão atmosférica igual a 4 vezes a pressão arterial de Rango. Repare mais uma vez que nosso personagem apresenta outro problema de saúde, que muito freqüentemente ocorre junto com a obesidade. A banca também deixa claro que, em nenhum momento, teve a intenção premeditada de associar esses dois problemas, mas apenas pretendia alertar que a obesidade é um fator de risco associado à pressão alta. Finalmente há que se esclarecer que Rango não canta a música despropositadamente, canta para evidenciar seu amor por Dina, sua alegria de estar casado e para informar sobre o motivo de festa.

5.

Se o caso era cozinhar, Rango não tinha problemas. Ele preparou a massa do bolo da festa utilizando um fermento químico à base de carbonato ácido (bicarbonato) de sódio. Rango começou bem cedo essa preparação, pois Estrondosa vivia reclamando que depois que o gás passou a ser o gás de rua, parecia que o forno havia ficado mais lento para assar. Perdido nessas maravilhas que rodeavam a atividade na cozinha, Rango se refestelava com os conceitos químicos...

a)

“Antes de usar o fermento, eu coloquei um pouco dele em água e houve um desprendimento de gás. Isso me indicou que o fermento estava adequado para ser utilizado no bolo. Qual é a equação química da reação que eu acabei de observar?”

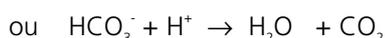
b)

“Se a reclamação de Estrondosa sobre o gás combustível for verdadeira, o gás liquefeito de petróleo (butano) deve fornecer uma energia maior que o gás de rua (metano), considerando-se uma mesma massa de gás queimado... Será que essa hipótese é verdadeira?”

Dados: entalpias de formação em kJ mol^{-1} : butano = -126, metano = -75, gás carbônico = -394 e água = -242

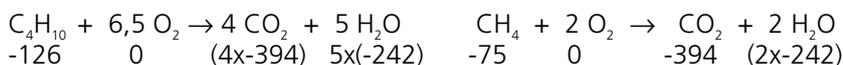
Resposta Esperada

a) (2 pontos)



b) (2 pontos)

Deve-se calcular o valor de energia na combustão de uma mesma massa de cada gás. Assim, butano (C_4H_{10}) e metano (CH_4) sofrem combustão como:



$$\Delta_r H = \sum H_p - \sum H_r$$

$$\Delta_r H_{\text{butano}} = -2660 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_r H_{\text{metano}} = -803 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\text{Massa molar butano} = 58 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{Massa molar metano} = 16 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\Delta_r H_{\text{butano g}} = -2660 / 58$$

$$\Delta_r H_{\text{metano g}} = -803 / 16$$

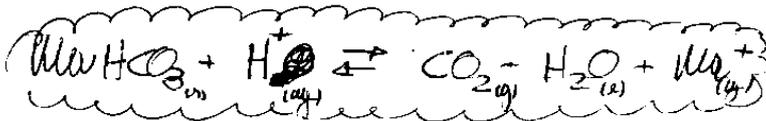
$$\Delta H_{\text{butano g}} = -46,0 \text{ kJ g}^{-1}$$

$$\Delta H_{\text{metano g}} = -50,2 \text{ kJ g}^{-1}$$

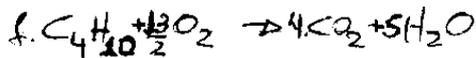
Logo, a hipótese não é verdadeira.

Exemplo Acima da Média

a-)



b-) • Butano:



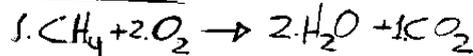
$$\Delta H = P - R$$

$$\Delta H = -4.394 - 5.242 - (-126)$$

$$\Delta H = -2660 \text{ kJ/mol de Butano}$$

$$\frac{-2660 \text{ kJ}}{58 \text{ g de Butano}} \approx 458 \text{ kJ/g}$$

• metano:



$$\Delta H = P - R$$

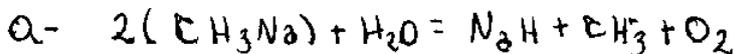
$$\Delta H = -2.242 - 394 - (-175)$$

$$\Delta H = -803 \text{ kJ/mol de metano}$$

$$\frac{-803 \text{ kJ}}{16 \text{ g}} \approx 50 \text{ kJ/g}$$

Não é verdadeira a hipótese, pois o metano libera mais energia por kg consumido.

Exemplo Abaixo da Média



b- A hipótese não é verdadeira porque a energia necessária para produzir o butano é maior que a necessária para produzir o metano.

Comentários

O item a dessa questão é bem recorrente em exames de ingresso e diz respeito à liberação do gás CO₂ quando se faz um bolo. Trata-se de um processo químico onde reagem, entre si, o íon carbonato ácido e o íon H⁺. Geralmente o H⁺ é proveniente de um ácido que já se encontra agregado ao fermento químico. O texto do item, no entanto, é bastante claro quando diz que um dos componentes do fermento, o carbonato ácido, reage para liberar um gás. A banca esperava que o candidato soubesse que a possibilidade para o carbonato ácido liberar CO₂ é sua reação com o H⁺. Os candidatos tiveram bastante dificuldade nesse item, justamente por não se lembrarem dos quesitos que a banca tinha em vista. Pode parecer muito difícil memorizar esse fato, no entanto, a banca elaboradora considera que essa reação do carbonato ácido é muito importante para não ser memorizada, afinal esse é um sistema que está na base da mais importante fonte de captação direta de CO₂, qual seja, a sua dissolução na água do mar, dos rios e no sangue. No item b, o candidato deveria comparar as quantidades de energia na combustão de dois gases. Esse aspecto reveste-se de importância, na medida em que o gás metano tem se transformado, mais recentemente, numa importante fonte de energia no Brasil. Novamente nesse item, os candidatos tiveram muita dificuldade, entretanto menor que no item a. A banca entende que esse item foi um dos mais longos da prova, pois envolvia conhecer fórmulas, balancear equações, calcular massas molares e efetuar cálculos de termoquímica. Do ponto de vista da complexidade, questões que envolvem termoquímica são as que exigem conteúdos mais abrangentes. Para o consumidor, a comparação da eficiência térmica dos dois gases é importante no exercício da cidadania. A nota média da questão (0,33) foi a mais baixa da prova. O elevado índice de respostas erradas no item a surpreendeu a banca elaboradora.

6.

Depois das 19 horas, os convidados começaram a chegar. Dina os recepcionava no bar, onde havia dois baldes: um deles com gelo e o outro com gelo seco. Dina bradava aos quatro cantos: *"Isso faz a festa tornar-se mais química, já que esses sólidos serão usados para resfriar as bebidas!"* Para cada bebida, Estrondosa escolhia o sólido mais apropriado. Curiosamente alguém pediu duas doses iguais de uísque, uma com gelo e outra com gelo seco, mas colocou os copos em uma mesa e não consumiu as bebidas. Passado um certo tempo, um colega de faculdade resolveu verificar se Dina ainda era a "sabichona" de antigamente, e foi logo perguntando:

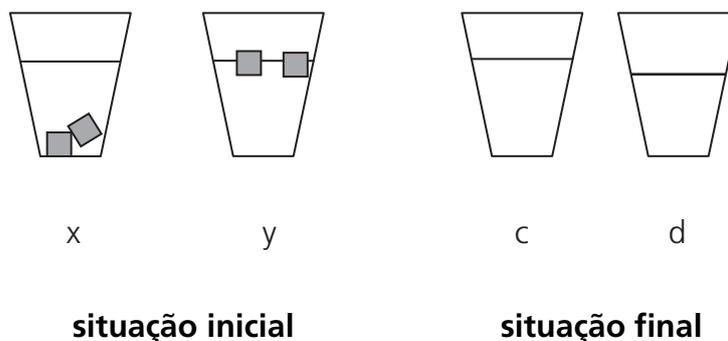
a)

"Esses sólidos, quando colocados nas bebidas, sofrem transformações. Que nomes são dados para essas duas transformações? E por que essas transformações fazem com que as bebidas se resfriem?"

b)

"Dina, veja essas figuras e pense naqueles dois copos de uísque que nosso amigo não bebeu. Qual copo, da situação inicial, corresponde ao copo d da situação final? Em algum dos copos, a concentração final de álcool ficou diferente da concentração inicial? Por quê?"

Obs: considerar a figura para responder ao item **b**.



Resposta Esperada

a) **(2 pontos)**

Fusão do gelo e sublimação do gelo seco. Porque a fusão e a sublimação ocorrem com absorção de energia, o que faz os líquidos se resfriarem.

b) **(2 pontos)**

O copo x da condição inicial corresponde ao copo d, pois seu volume é menor que o do copo c, onde foi colocado o gelo (flutuação). Os cubos sólidos que submergem (gelo seco) estão no copo x.

Sim, no copo y, onde havia gelo no início (copo c). A água líquida que se formou diluiu o álcool da bebida original.

Exemplo Acima da Média

a) Os nomes dados para essas duas transformações são fusão (gelo) e sublimação (gelo seco). Fazem com que as bebidas se resfriem porque retiram calor delas para que tais transformações ocorram. São processos endotérmicos.

b) O copo da situação inicial que corresponde ao copo d final é o x , em virtude do processo de sublimação que transformou gelo seco (sólido) em vapor. A concentração final de álcool ficou diferente no copo c final (ou y inicial). Devido ao processo de fusão do gelo a quantidade de água líquida no copo aumentou, provocando uma maior "diluição" do uísque. Aumentando a concentração de água e diminuindo a de álcool.

Exemplo Abaixo da Média

a) gelo \rightarrow liquefação. Ao se liquefazer, o gelo dissolve a bebida diminuindo sua temperatura
gelo seco \rightarrow evaporação

b) O copo x inicial corresponde ao copo d final. Em nenhum dos copos houve alteração na concentração de álcool. No copo c da situação final, a água do gelo que se liquefuz dissolve a bebida mas não compromete a concentração alcoólica. No caso do copo d , a evaporação do gelo seco também não pode comprometer a concentração de álcool.

Comentários

Essa questão trata dos efeitos fenomenológicos envolvidos em processo de transformação de fases. É importante observar que a questão explora vários aspectos das mudanças de fases que sofrem o gelo e o gelo seco. No item **a** se questiona sobre os nomes dessas mudanças, um assunto que já é explorado no ensino fundamental. O item **b** leva o candidato a pensar na mudança de concentração da bebida, em função do aumento do volume do solvente. Uma das possibilidades de resolução seria observar que o gelo flutua na bebida e nesse caso a sua passagem para o estado líquido leva a um aumento do volume da solução e diluição do álcool da bebida. Por outro lado, esse aumento de líquido não implica uma mudança significativa do nível de líquido no copo, já que o líquido ocupa o volume do sólido e dessa forma o nível final fica muito parecido com o inicial, no caso da água. No caso do gelo seco, é importante observar que ao sublimar ele deixa de ocupar o volume quando no estado sólido e dessa forma o nível da bebida abaixa. O item **b** tem uma particularidade interessante: a correta resolução por observação da figura deve levar em conta o fato de que quando o nível da bebida no copo não sofre alteração, isso significa que o volume de líquido aumentou; e quando o nível desce, nenhum líquido foi incorporado no lugar do sólido. Isso, de certa forma, induziu alguns candidatos a imaginar que a bebida do copo onde havia gelo seco evaporou, tornando-se, assim, mais concentrada, o que, em contrapartida, os induziu a responder que no outro copo (com gelo) a bebida diluiu. A nota média dessa questão foi a segunda mais alta da prova (2,58), mostrando que os candidatos conheciam bem o assunto.

7.

Especialmente para as crianças, havia uma sala reservada com muitos brinquedos, guloseimas, um palhaço e um mágico. Como Rango também tinha problemas com açúcar, algumas vezes ele colocava pouco açúcar nas receitas. Ao experimentar a pipoca doce, uma das crianças logo berrou: "Tio Rango, essa pipoca tá com pouco açúcar!" Aquela observação intrigou Rango, que ficou ali pensando....

a)

"Coloquei duas xícaras de milho na panela e, depois que ele estourou, juntei três colheres de açúcar para derreter e queimar um pouco. Se cada colher tem mais ou menos 20 gramas de açúcar, quantas moléculas de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) eu usei em uma panelada?"

b)

"Eu também sei que parte desse açúcar, após caramelizar, se decompõe em água e carbono. Se 1% desse açúcar se decompõe dessa forma, quantos gramas de carbono se formaram em cada panelada?"

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

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

$C_{12}H_{22}O_{11}$ massa molar = 341 ou 342 g mol^{-1}

341 (342) g $\rightarrow 6,02 \times 10^{23}$ moléculas
60 g $\rightarrow n$ moléculas

$$n = 1,06 \times 10^{23} \text{ moléculas}$$

b) (2 pontos)

$C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow 12 \text{ C} + 11 \text{ H}_2\text{O}$

341 (342) g $\rightarrow 144$ g de C
0,60g $\rightarrow m_c$
 $m_c = 0,25$ gramas

Exemplo Acima da Média

$$\begin{array}{l} \text{a) } C_{12}H_{22}O_{11} \text{ massa molar} = 12 \cdot 12 + 22 \cdot 1 + 11 \cdot 16 = 342 \text{ g/mol} \\ 342 \text{ g} - 1 \text{ mol} - 6 \cdot 10^{23} \text{ moléculas} \\ 60 \text{ g} \quad \quad \quad X \text{ moléculas} \\ \hline \frac{360 \cdot 10^{23}}{342} \approx 1,05 \cdot 10^{23} \text{ moléculas} \end{array}$$

R- Aproximadamente $1,05 \cdot 10^{23}$ moléculas.

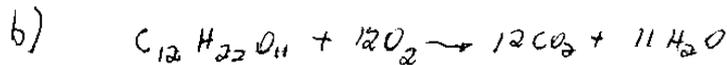
$$\begin{array}{l} \text{b) } C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow 12 \text{ C} + 11 \text{ H}_2\text{O} \\ 60 \text{ g} \times 1\% = 0,6 \text{ g} \\ \begin{array}{l} 1 \text{ mol} \quad \quad \quad 12 \text{ mol} \\ 342 \text{ g} \quad \quad \quad 144 \text{ g} \quad (12 \cdot 12) \\ 0,6 \text{ g} \quad \quad \quad X \end{array} \end{array}$$

$$X = \frac{43,2}{171} \approx 0,25 \text{ g}$$

R- Aproximadamente 0,25 g

Exemplo Abaixo da Média

$$\begin{array}{l}
 \text{a) } M_{\text{Sacarose}} : 342 \text{ g/mol} \quad 1 \text{ mol} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ moléculas} \\
 1 \text{ mol} = 342 \text{ g} \quad 0,18 \text{ mol} = x \\
 x = 60 \text{ g} \quad y = 1,08 \text{ moléculas} \\
 x \approx 0,18 \text{ mol} \\
 \text{Resp: } 1,08 \text{ moléculas}
 \end{array}$$



$$\therefore 60 \text{ g} \cdot \frac{1}{160} = 0,375 \text{ g de decomposição dessa forma sendo } 0,35 \text{ g de CO}_2$$

Comentários

Essa é uma questão típica de estequiometria, um assunto de fundamental importância. No texto, a banca elaboradora aproveita para dar um pequeno aviso para quem tem problemas de diabetes, ao sinalizar uma estequiometria relativa ao açúcar. O item **a** explora cálculos relativos ao conceito mol, um dos pilares iniciais do modelo particulado da matéria. Os candidatos apresentaram menor dificuldade nesse item e boa parte da média na questão (1,82) deveu-se a isso. No item **b** era necessário apenas que o candidato observasse a quantidade de átomos de carbonos na molécula de sacarose. O fato de o texto da questão sinalizar que o carvão formado veio da carbonização da sacarose fez com que boa parte dos candidatos optasse por escrever a equação de decomposição, porém formando outros produtos. Por uma coincidência numérica, várias dessas resoluções (erradas do ponto de vista químico) levam a um resultado muito próximo do esperado. Isso demonstra que muitos candidatos, ao sentirem dificuldades na resolução de exercícios numéricos, lançam mão de artifícios que levam à utilização de todas as informações numéricas, mas sem dominar o assunto. Um exemplo de resolução equivocada envolvia a decomposição da sacarose em carbono e água, como dizia o texto, porém, ao invés de escrever a equação química para verificar e usar corretamente quanto se forma de cada substância, o candidato simplesmente decompõe a molécula em um carbono e uma molécula de água e calcula a porcentagem de carbono nessa mistura. Esse tipo de resolução leva a um resultado muito próximo do esperado, entretanto, nesse caso, a resposta foi considerada errada, pois o fundamento da resolução está errado. Para a banca corretora, freqüentemente, o mais importante na resolução é o processo como ela é feita e não o valor numérico obtido, embora esse último nunca seja preterido. Se o candidato apenas "arma" o cálculo e não o realiza, isso configura erro e a resolução fica prejudicada, por isso, é importante que o candidato sempre leve seus cálculos até o final.

8.

Para a sobremesa, os Mitta prepararam o "Arroz-doce à moda do Joaquim". Dina explicava aos convidados: "Um dos segredos da receita é não deitar o açúcar logo no início porque ele é muito hidrofílico e compete com o amido do arroz pela água, e também porque a elevada pressão osmótica dificulta a entrada de água para o interior dos grãos, não deixando que eles cozinhem de forma uniforme e completa." Como Dina estava a usar uma linguagem muito científica, um dos convidados logo fez duas perguntas:

a)
"Ô Dina, o que significa hidrofílico e como se explica isso no caso do açúcar?"

b)
"Ao fazer o arroz salgado, a gente põe o sal no início, e o arroz cozinha de maneira uniforme. Então, essa tal de pressão osmótica não existe no caso do sal? Por quê?"

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

A hidrofiliçidade é a afinidade de um material por água. Entre o açúcar e a água, essa afinidade se deve à interação por ligações hidrogênio que se estabelecem entre os grupos OH do açúcar e as moléculas de água.

b) (2 pontos)

Sim, ela existe, já que esse fenômeno está relacionado à presença de espécies em solução. No caso do sal, essas espécies são Na^+ e Cl^- .

Exemplo Acima da Média

a) Hidrofílico significa que tem afinidade com a água, que atrai ou é atraído por ela.
No caso do açúcar, formam-se pontes de hidrogênio entre os ^{átomos} moléculas de O e H da água e do açúcar, devido a polaridade da molécula de água. Devido a forte atração resultante das pontes de hidrogênio, a água fica ligada ao açúcar e não vai para os grãos de arroz.

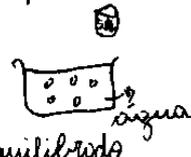
b) ~~Uma~~ Existe, mas a ^{quantidade} concentração de sal colocada no arroz é muito inferior à quantidade de açúcar, por isso a pressão osmótica não é tão elevada.

Exemplo Abaixo da Média

a) Hidrofílico significa ao pé da letra, amigável à água. Ou seja o açúcar é muito solúvel em água e se atrai para si rapidamente quando colocado na panela, "competindo" então com o arroz sendo as duas substâncias (açúcar e água) altamente polares ocorre essa hidrofília de acordo com a lei: polar dissolve polar.

b) O sal em meio aquoso, libera íons. O equilíbrio osmótico entre o ex: $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ grão-de-arroz e o sal foge com a água da panela entre nos grãos pois o meio

se torna hipertônico

esquema:
• grãos 
equilibrado



aqui a água se torna hipertônica pressionando-se para dentro dos grãos

Comentários

Aproveitando uma receita de arroz-doce de um site português, a banca elaboradora resolveu apresentar uma receita dessa sobremesa herdada dos portugueses, não esquecendo de manter o nome original da receita. É importante observar que em dois momentos distintos, o texto da questão usa expressões mais freqüentes no português de Portugal: “deitar o açúcar” e não “colocar o açúcar”: e depois, “estava a usar” e não “estava usando”, como é mais comum no Brasil. A baixa nota (1,41) não reflete a facilidade imaginada pela banca elaboradora. O maior índice de acertos ocorreu no item **a**, que explorava o conceito de hidrofobicidade. Por conta do texto menos formal da questão, muitos candidatos resolveram também adotar uma linguagem menos formal na resposta, sem, todavia, manter o rigor científico. Em referência à hidrofobicidade, foi muito freqüente o uso de expressões como: **ama, adora, tem afeição**, o que dificultou bastante a correção do item. O uso desse tipo de expressão é muito freqüente em sala de aula mas, embora compreensível, não é recomendado pela literatura científica. No item **b**, o desempenho dos candidatos foi ainda pior, pois muitos não interpretaram corretamente o sentido da pergunta e conseqüentemente erraram a resposta. Esses candidatos, em sua grande maioria, tentaram justificar por que o açúcar apresentaria efeito coligativo e o sal não. Na verdade, o item exigia que o candidato justificasse se o sal em solução apresenta ou não uma pressão osmótica. Como se trata de uma questão com respostas discursivas, muitos candidatos, mesmo conhecendo o assunto, não lograram tirar boas notas por apresentarem uma redação ruim.

9.

Rango, logo depois de servir o bolo, levou os convidados de volta ao bar. Lá, para entreter os convidados, Dina acomodou um ovo sobre um suporte plástico. Esse ovo tinha fitas de vedação nas duas extremidades, tapando pequenos furos. Dina retirou as vedações, apoiou o ovo novamente no suporte plástico e levou um palito de fósforo aceso próximo a um dos furos: de imediato, ouviu-se um pequeno barulho, parecido a um fino assovio; surgiu, então, uma chama quase invisível e o ovo explodiu. Todos aplaudiam, enquanto Dina explicava que, no interior do ovo (na verdade era só a casca dele), ela havia colocado gás hidrogênio e que o que eles tinham acabado de ver era uma reação química. Aplausos novamente.

a)

Se o gás que ali estava presente era o hidrogênio, a que reação química Dina fez referência? Responda com a equação química correspondente.

b)

Se a quantidade (em mols) dos gases reagentes foi maior que a do produto gasoso, então o ovo deveria implodir, e não, explodir. Como se pode, então, explicar essa explosão?

Resposta Esperada

a) (2 pontos)



b) (2 pontos)

Trata-se de uma reação altamente exotérmica. Os gases se aquecem, levando ao aumento da pressão (volume), o que leva à explosão da casca do ovo.

Exemplo Acima da Média

A DINA SE REFERE A COMBUSTÃO DO HIDROGÊNIO



B A EXPLOÇÃO SE DÁ DEVIDO A LIBERAÇÃO DE ENERGIA E AQUECIMENTO DO INTERIOR DO OVO O QUE AUMENTA A PRESSÃO INTERNA E GERA A EXPLOÇÃO

Exemplo Abaixo da Média

a) Dina se referia a combustão

$$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O_2$$

b) deveria implodir, mas como se trata apenas de gases a experiência resultou em explosão

Comentários

Essa questão tem uma característica muito particular: o item **a** é uma questão de simples conteúdo, a interpretação do que é perguntado envolve pouco esforço e a resolução exige apenas um conhecimento acabado- ou o candidato sabe a equação química de formação da água ou não sabe. Os candidatos demonstraram um bom domínio desse conteúdo e esse foi o principal motivo da nota média (1,17) na questão. O item **b**, por outro lado, exigia uma boa interpretação do fenômeno, embora o texto desse bastante indicação do porquê da explosão ao informar que “se viu uma chama quase invisível”. O fato de se informar que, na reação, a quantidade de gases consumidos é maior que a de gases formados teve como único propósito indicar que uma explicação por estequiometria estava descartada, já que, se somente isso fosse verdadeiro, o ovo implodiria. Do baixo desempenho dos candidatos nesse item pode-se depreender a dificuldade que nossos alunos do ensino médio têm em interpretar um fenômeno observado, fato intimamente ligado à pouca atividade experimental utilizada nesse nível. Por meio dessa questão a banca elaboradora procurou mostrar a enorme contribuição que as demonstrações ou a experimentação podem oferecer ao projeto de aula do Professor. É importante observar a empolgação do casal Mitta ao apresentar “essas mágicas” aos convidados, na verdade eles próprios encontram-se muito excitados nessa parte da festa.

10.

As pessoas adoravam essas demonstrações químicas. Dina e Rango sabiam disso, pois eles próprios tinham sido “fisgados” por esse tipo de atividade (Vestibular da Unicamp-2001). Chamando a atenção de todos, Dina colocou sobre o balcão um copo que “aparentemente continha água”, e nele adicionou algumas gotas de uma solução que tingiu “aquela água”. Dina disse que aquela solução colorida mudaria de cor no “berro”. Um dos convidados, com a boca bem aberta e próxima do copo, deu um longo berro. Como num passe de mágica, o líquido mudou de cor. Todo mundo aplaudiu a cena.

a)

O líquido que estava no copo era, na verdade, uma solução aquosa de amônia, cujo K_b é $1,8 \times 10^{-5}$. Nessa solução aquosa estavam em equilíbrio, antes da adição do indicador, amônia, íon amônio e íon hidróxido. Escreva a expressão de K_b em termos das concentrações dessas espécies. Nesse equilíbrio, o que está em maior concentração: amônia ou o íon amônio? Justifique.

b)

O que foi gotejado no copo era uma solução de vermelho de fenol, um indicador ácido-base, que apresenta cor vermelha em pH acima de 8,5 e cor amarela em pH abaixo de 6,8. Qual foi a mudança de cor observada? Como se explica que o berro tenha promovido a mudança de cor?

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

Nesse equilíbrio, a amônia está em maior concentração, pois se trata de uma base fraca, já que o valor de K_b é muito pequeno ($1,8 \times 10^{-5}$). (Uma base pouco ionizada.)

Observação - O item poderia ser resolvido usando-se a expressão da constante de equilíbrio e atribuindo-se valores para a concentração de OH^- das seguintes formas ou variantes delas:

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \rightarrow K_b / [OH^-] = \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = 1,8 \cdot 10^{-5} / [OH^-]$$

Assim, $[\text{NH}_4^+] / [\text{NH}_3] > 1$, quando $[\text{OH}^-] < 1,8 \cdot 10^{-5}$, ou seja, $\text{pOH} > 4,75$, ou $\text{pH} < 9,25$.

Ou $[\text{NH}_4^+] / [\text{NH}_3] < 1$, quando $[\text{OH}^-] > 1,8 \cdot 10^{-5}$, ou seja, $\text{pOH} < 4,75$, ou $\text{pH} > 9,25$.

Ou $[\text{NH}_4^+] / [\text{NH}_3] = 1$, quando $[\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-5}$, ou seja, $\text{pOH} = 4,75$, ou $\text{pH} = 9,25$.

Generalizando, para soluções de amônia em água, prevalece NH_4^+ em pHs abaixo de 9,25 e prevalece NH_3 em pHs acima de 9,25.

Todas essas possibilidades são válidas como justificativas.

b) (2 pontos)

A solução de amônia é básica. O pH estava acima de 8,5 e ao "berrar" sobre o copo, o convidado exalou gás carbônico que, ao se dissolver na solução, diminuiu o pH para um valor inferior a 6,8. Dessa forma, o indicador mudou da cor vermelha ($\text{pH} > 8,5$) para a cor amarela ($\text{pH} < 6,8$).

Exemplo Acima da Média

a) $K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{1}$. O que está em maior quantidade é a amônia, pois o pOH é diretamente proporcional a $1,8 \cdot 10^{-5}$, que é menor que 1.

b) A cor passou de vermelho para amarelo. O berra provocou a mudança de cor pois expeliu CO_2 , que reagiu com a solução, formando H_2CO_3 de pH abaixo de 6,8.

Exemplo Abaixo da Média

a) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ | Como na ionização da amônia são formados íons amônio na mesma proporção que a amônia suas concentrações são iguais

$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$ Como as concentrações são iguais, $[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] = [\text{NH}_3] = x = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$
 $K_b = \frac{x \cdot x}{x} \rightarrow K_b = x$

b) A solução estava supersaturada com a amônia dissolvida. Como as soluções supersaturadas são muito instáveis, a vibração do vidro provocou a formação deste precipitado de amônia. A solução antes estava ~~básica~~ ácida (com íons H^+ em alta concentração, enquanto a amônia estava totalmente dissolvida), e portanto, quando aplicado o indicador, tornou-se avermelhado. Com o grito, e a formação de precipitado, ocorreu a concentração de íons OH^- aumentou, com a ionização do precipitado, deixando a solução básica, com cor amarela.

Comentários

Essa é uma questão típica de equilíbrio químico, um assunto quase sempre presente em todos os vestibulares, por seu caráter extremamente fundamental em Química. O item **a** da questão trata do fundamento mais básico no estudo de equilíbrio químico, qual seja, a expressão da equação da constante de equilíbrio de um processo químico, sem a qual nenhuma descrição qualitativa ou quantitativa pode ser elaborada. Dessa forma, a banca elaboradora inicialmente pede, no item **a**, que o candidato apenas escreva essa expressão, que servirá de base para todas as considerações possíveis na escolha referente à segunda parte do item: definir, entre a amônia e o íon amônio, qual estaria em maior concentração na solução. Pelas próprias características desse equilíbrio químico, a espécie que está em maior concentração é dependente do pH do meio que, por sua vez, é função da concentração de amônia dissolvida na água. A banca corretora deixou em aberto todas as possibilidades de resposta, mas esperava que os candidatos optassem pela amônia como espécie em maior concentração, já que se trata de uma base fraca. Na realidade, o que se observou foi exatamente isso em 100% dos casos com uma justificativa correta. O item **a** é muito rico em quesitos exigidos do candidato, entretanto se ele fosse desmembrado em dois, a demonstração a que se referia o texto da questão ficaria sem sentido. O item **b** contempla outro aspecto do equilíbrio químico, qual seja, o uso de indicadores crômicos. É importante considerar que a única forma de privilegiar o raciocínio nesse item é formulá-lo do modo como foi apresentado. Ao usar o berro para efetuar a mudança de cor, de uma forma sutil a banca elaboradora deixa entrever que junto ao berro sai mais alguma coisa. Muitos candidatos entenderam que essa outra coisa é a energia do som que, de algum modo, "mexia" com a estrutura molecular do indicador, fazendo com que ele, então, mude de cor. Entretanto, o texto da questão alerta que o convidado berrou com a boca bem aberta e próxima do copo, o que de certa forma seria desnecessário se a banca não tivesse, aí, a intenção de dar uma pista. A nota média 1,10 demonstra a grande dificuldade dos candidatos com essa questão. Na opinião da banca elaboradora essa foi a questão mais rica em aspectos químicos que o candidato deveria contemplar.

Observação: a demonstração funciona muito bem do modo como foi descrita na questão, mas exige que o berro seja longo, de modo a liberar muito gás carbônico para a solução.

11.

Também para mostrar suas habilidades químicas, Rango colocou sobre o balcão uma folha de papel que exalava um cheiro de ovo podre e que fazia recuar os "mais fracos de estômago". Sobre essa folha via-se um pó branco misturado com limalhas de um metal de cor prateada. Após algumas palavras mágicas de Rango, ouviu-se uma pequena explosão acompanhada de uma fumaça branca pairando no ar.

a)

Sabendo-se que naquela mistura maluca e mal cheirosa, uma das reações ocorreu entre o clorato de potássio (KClO_3) e raspas de magnésio metálico, e que o pó branco formado era cloreto de potássio misturado a óxido de magnésio, teria havido ali uma reação com transferência de elétrons? Justifique.

b)

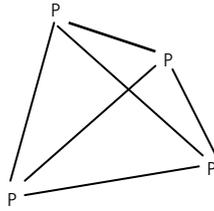
A mistura mal cheirosa continha fósforo branco (P_4) dissolvido em CS_2 , o que permitiu a ocorrência da reação entre o KClO_3 e o magnésio. A molécula P_4 é tetraédrica. A partir dessa informação, faça um desenho representando essa molécula, evidenciando os átomos e as ligações químicas.

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

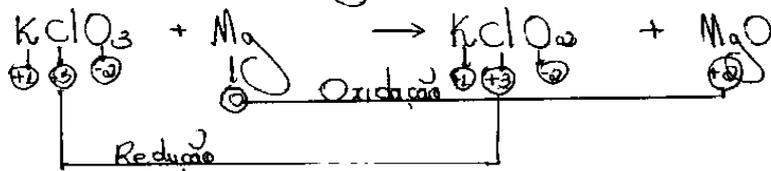
Sim, houve uma reação com transferência de elétrons, e isso pode ser justificado pela mudança do estado de oxidação do magnésio (zero \rightarrow +2), ou pela mudança de estado de oxidação do cloro (+5 \rightarrow -1). (Qualquer uma das duas justificativas vale.)

b) (2 pontos)



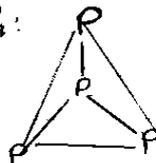
Exemplo Acima da Média

a. Reação:
Clorato de Potássio + Magnésio Metálico → Cloreto de Potássio + Óxido de Mg



Por ser uma reação de oxidação-redução há transferência de elétrons;

b. Representação da molécula P₄:



Exemplo Abaixo da Média

a) Sim, houve transferência de elétrons pois o magnésio se encontrava em seu estado padrão (metálico) e após a reação ele foi oxidado formando o óxido de alumínio, e se o magnésio sofreu oxidação, ele perdeu elétrons, evidenciando a transferência de elétrons para o clorato de potássio, que foi reduzido.

b)



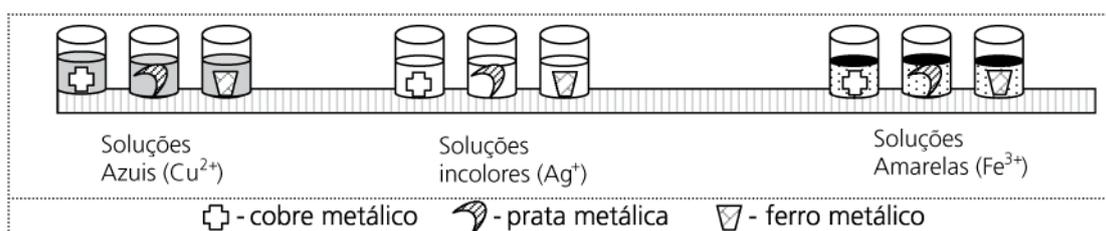
Comentários

Essa questão envolve dois conteúdos completamente distintos e sem conexão entre si, embora relativos a um único fenômeno. O item **a** explora parte do conceito de oxidação e redução, no modelo que diz respeito à determinação do estado de oxidação, um aspecto bastante relevante quando o objetivo é a observação de aspectos quantitativos em processos dessa natureza. Trata-se de um item tradicional e que não representou grandes dificuldades para os candidatos. Esse item tem algum componente de memorização, inerente a esse tipo de conteúdo, sendo que o candidato tinha duas formas de justificar a resposta. O item **b** é bastante original

no contexto em que foi apresentado. A descrição da molécula P_4 como um tetraedro, num primeiro nível, exigia um conhecimento elementar de geometria; entretanto, na seqüência, o candidato devia mostrar as ligações químicas entre os átomos. Nesse ponto, o candidato poderia consultar a classificação periódica fornecida, verificar a posição relativa do elemento fósforo e fazer uma analogia com o nitrogênio. De um modo geral, para aqueles candidatos que tentaram resolver o item **b**, os maiores erros surgiram na resposta à solicitação de evidenciar as ligações químicas. A nota média (baixa) 1,44 na questão foi influenciada pelo baixo desempenho dos candidatos aos cursos de baixa demanda. Acrescente-se aí o fato de a questão estar bem no final da prova, onde, usualmente, o desempenho geral dos candidatos diminui. Um aspecto importante a ressaltar é que a redação exigida na resolução dos dois itens dessa questão é bem reduzida.

12.

A festa já estava para terminar, mas nenhum dos convidados sabia o motivo dela... Sobre o balcão, Dina pôs nove copos, com diferentes soluções e nelas colocou pequenos pedaços dos metais cobre, prata e ferro, todos recentemente polidos, como mostra o desenho na situação inicial:



"Para que a festa seja completa e vocês tenham mais uma pista do motivo da comemoração, respondam às perguntas", bradava Dina, eufórica, aos interessados:

a)

"Em todos os casos onde há reação, um metal se deposita sobre o outro enquanto parte desse último vai para a solução. Numa das combinações, a cor do depósito não ficou muito diferente da cor do metal antes de ocorrer a deposição. Qual é o símbolo químico do metal que se depositou nesse caso? Justifique usando seus conhecimentos de química e os dados da tabela fornecida."

b)

"A solução que mais vezes reagiu tornou-se azulada, numa das combinações. Que solução foi essa? Qual a equação química da reação que aí ocorreu?"

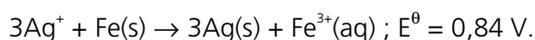
Dados:

Par	Potencial padrão de redução / volts
Cu^{2+}/Cu	0,34
Fe^{3+}/Fe	-0,04
Ag^+/Ag	0,80

Resposta Esperada

a) (2 pontos)

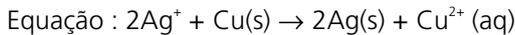
O metal que se depositou nesse caso foi a prata (Ag). Isso se verifica, pois o depósito ocorreu na amostra de ferro metálico que tem cor parecida (prateado) à cor da prata, e é justificado pelo fato de que a reação entre íons prata e o ferro metálico é espontânea, como se confirma pelo potencial positivo da reação:



Não poderia ser o caso do cobre, pois ele tem cor avermelhada.

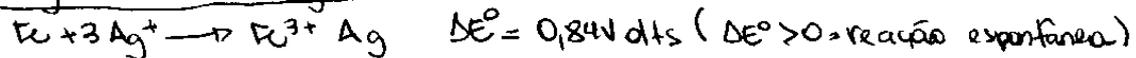
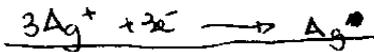
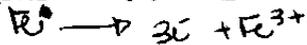
b) (2 pontos)

A solução que mais vezes reagiu foi a de prata (duas vezes), e ela ficou azul na combinação com cobre metálico, devido à formação do íon Cu^{2+} .



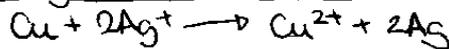
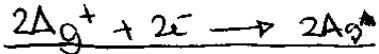
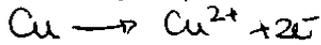
Exemplo Acima da Média

a) O símbolo químico do metal é Ag (prata) e a reação ocorre entre o ferro metálico e a solução (a) incolor (Ag^+).

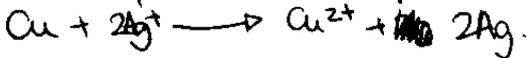


Desdobra-se que é a prata pois o ferro e a prata metálicos tem quase a mesma cor.

b) A solução que mais vezes reagiu foi a solução incolor. Quando a solução incolor ficou azulada ela reagiu com o ~~(Fe)~~ cobre metálico.



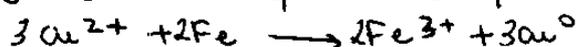
A reação ocorreu quando a solução incolor ficou azulada e



Exemplo Abaixo da Média

A) O símbolo do metal é Fe. Como o potencial padrão de redução do ferro é muito menor que o potencial de redução do Cu^{2+} ,

B) A solução que mais reagiu e formou-se azulada foi a que continha Cu^{2+} e Fe^0 . A reação ocorreu foi:



Comentários

A questão 12 também enfoca parte do conteúdo explorado na questão 11, ao contemplar aspectos de oxidação e redução. Nesse caso, entretanto, o enfoque se deu essencialmente na questão da espontaneidade dos processos, levando-se em conta o potencial padrão de redução como único critério. A redação desse tipo de questão, invariavelmente, leva ao uso da expressão **condição padrão** para que os valores tabelados de potencial possam ser utilizados. A banca elaboradora escolheu omitir essa informação no texto da questão mas, reforçou esse aspecto ao fornecer uma tabela que fazia alusão a esse fato. No item **a**, a explicitação da não mudança da cor do depósito teve a intenção de privilegiar a leitura cuidadosa do candidato, já que o fato excluía a deposição do cobre, pois o depósito não poderia ter uma cor avermelhada. No entanto, a banca elaboradora pediu que a justificativa da resposta se baseasse nos dados da tabela, pois esse é o aspecto principalmente focado no ensino médio. O item **b** repete o mesmo tipo de raciocínio, mas envolve uma análise mais detalhada da tabela e na atribuição do número de reações. Outro aspecto importante é a exigência de se justificar a resposta pelo uso de uma equação química de oxi-redução, envolvendo uma estequiometria 1:2, não muito difícil para os candidatos. A nota média 1,10, embora possa indicar uma questão difícil para os candidatos, deve ser olhada com bastante cuidado, já que se trata da última questão da prova, quando os candidatos já estão mais cansados ou têm pouco tempo para responder. Um outro aspecto da questão é o fato de haver uma figura um pouco mais complexa, o que afugenta, em certa extensão, os candidatos. Também vale a pena destacar que a personagem Dina convida os interessados a responder aos itens para descobrir o verdadeiro motivo da comemoração e ter uma boa festa. Repare que nessa passagem o convite é feito aos interessados e não aos convidados da festa, como ocorre nas questões anteriores. As respostas a esses itens também eram pistas para se descobrir o motivo da festa. Alguns candidatos tiveram tempo e tranquilidade para apontar o motivo da festa do casal Mitta na resolução do item.