

# 2005

vestibular nacional  
**UNICAMP**

2ª Fase

Química

## INTRODUÇÃO

Depois de estabelecida a prova da primeira fase, a banca elaboradora da prova de Química, reconhecendo a importância do tema da Primeira Fase do Vestibular, comunicação, achou por bem continuar explorando o assunto que está muito relacionado com a Química. Evidentemente, não é possível, numa prova de vestibular, tratar amplamente de um tema tão complexo. Mesmo assim, foi possível mostrar uma boa variedade de situações onde a Química está no âmago das comunicações, indo da intimidade da matéria, animada ou inanimada, passando pelo comportamento humano e chegando aos meios de transporte.

Esperamos que esta prova tenha incentivado muitos estudantes e professores a verem a Química como ciência ampla, relacionada com tudo o que acontece, desde um único átomo até a imensidão do universo.

“Como vai, vai bem? Veio a pé ou veio de trem?... Vocês querem bacalhau?...” Quem conheceu não se esquece de Abelardo Barbosa, vulgo Chacrinha, e da sua mais famosa frase: “Quem não se comunica ‘se trumbica’”!

Embora a palavra ‘comunicação’ nos leve comumente a pensar na mídia, imprensa escrita, falada e televisionada, de fato, o fenômeno da comunicação é amplo na natureza. Ele se processa desde o íntimo da matéria até à sociedade humana. Os átomos se comunicam para formar moléculas. As moléculas se comunicam para formar organismos. Estes, por sua vez, se comunicam formando organismos superiores e estes se organizam em sociedades.

O assunto é vasto e não temos aqui nem espaço nem tempo para discorrer livremente. Assim, nesta prova faremos uma rápida viagem pelo universo da comunicação, onde a Química está profundamente inserida.

Dado: Constante universal dos gases  $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

**1.** Pode-se imaginar que o ser humano tenha pintado o próprio corpo com cores e formas, procurando imitar os animais multicoloridos e assim adquirir as suas qualidades: a rapidez da gazela; a força do tigre; a leveza das aves...

A pintura corporal é ainda muito usada entre os índios brasileiros. Os desenhos, as cores e as suas combinações estão relacionados com solenidades ou com atividades a serem realizadas. Para obter um corante vermelho, com o que pintam o corpo, os índios brasileiros trituram sementes de urucum, fervendo esse pó com água. A cor preta é obtida da fruta jenipapo ivá. O suco que dela é obtido é quase incolor, mas depois de esfregado no corpo, em contato com o ar, começa a escurecer até ficar preto.

- No caso do urucum, como se denomina o processo de obtenção do corante usando água?
- Cite dois motivos que justifiquem o uso de água quente em lugar de água fria no processo extrativo do corante vermelho.
- Algum dos processos de pintura corporal, citados no texto, envolve uma transformação química? Responda sim ou não e justifique.

### RESPOSTA ESPERADA

a) (2 pontos)

Extração (Infusão).

b) (2 pontos)

Aumento da solubilidade (quantidade) com a temperatura; extração mais rápida com o aumento da temperatura.

c) (1 ponto)

Sim. O suco de jenipapo ivá é quase incolor, mas após certo tempo em contato com o ar escurece. Isto evidencia reação química.

## EXEMPLO ACIMA DA MÉDIA

A) O PROCESSO ONDE ADICIONAMOS PÓ E ÁGUA QUENTE É DENOMINADO DE INFUSÃO (MESMO PROCESSO QUE A OBTENÇÃO DE CAFÉ OU CHÁ).

B) O USO DA ÁGUA QUENTE PODE SER JUSTIFICADO EM FUNÇÃO DA SOLUBILIDADE DO CORANTE, UMA VEZ QUE NA ÁGUA QUENTE O CORANTE É MAIS SOLÚVEL E, ASSIM, SUA EXTRAÇÃO SE TORNA FACILITADA. OUTRA SITUAÇÃO É QUESTÃO DO TEMPO ENVOLVIDO NO PROCESSO, UMA VEZ QUE SE FOSSE UTILIZADA ÁGUA FRIA O TEMPO DA OBTENÇÃO DO CORANTE SERIA EXCESSIVAMENTE MAIORADA.

C) SIM, OCORRE TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA NO PROCESSO DE PINTURA CORPORAL COM O SUCO DA FRUTA DO GENÍPIPO IVA, TAL AFIRMAÇÃO É JUSTIFICADA UMA VEZ QUE A COLORAÇÃO DO SUCO INEXISTE (INCIDE) NO ENTANTO, EM CONTATO COM O AR ~~OCORRE~~ REAGE QUÍMICA COM OS COMPONENTES DO AR E ESCURECE ATÉ FICAR PRETO.

## EXEMPLO ABAIXO DA MÉDIA

a) O processo é a diluição

b) Na água quente, a elevada temperatura aumenta a velocidade da reação. O aumento da temperatura favorece o processo da diluição.

c) Sim, pois no caso do suco da fruta de jenipapo irá quando do entrar em contato com o ar, ocorre uma reação química que resulta na mudança de cor da substância.

## COMENTÁRIOS

Esta questão envolve assuntos bem vistos no ensino pré-universitário de Química: extração, solubilidade e conceito de reação química. Trata-se, portanto, de três perguntas simples e muito fáceis. Assim, o índice de zeros foi baixo (4,54%) sendo dois a nota mais comum (na escala de zero a cinco). Por outro lado, o percentual de candidatos que alcançou a nota máxima foi de apenas 3,32%. Vemos, portanto, que apesar da simplicidade e facilidade da questão, apenas um pequeno grupo de candidatos logrou respondê-la por completo.

2. Hoje em dia, com o rádio, o computador e o telefone celular, a comunicação entre pessoas à distância é algo quase que "banalizado". No entanto, nem sempre foi assim. Por exemplo, algumas tribos de índios norte-americanas utilizavam códigos com fumaça produzida pela queima de madeira para se comunicarem à distância. A fumaça é visível devido à dispersão da luz que sobre ela incide.

a) Considerando que a fumaça seja constituída pelo conjunto de substâncias emitidas no processo de queima da madeira, quantos "estados da matéria" ali comparecem? Justifique.

b) Pesar a fumaça é difícil, porém, "para se determinar a massa de fumaça formada na queima de uma certa quantidade de madeira, basta subtrair a massa de cinzas da massa inicial de madeira". Você concorda com a afirmação que está entre aspas? Responda sim ou não e justifique.

## RESPOSTA ESPERADA

a) (3 pontos)

Três estados: sólido (por exemplo fuligem); gasoso ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ); líquido (gotículas de água).

b) (2 pontos)

Não. No processo de queima há incorporação de oxigênio do ar, logo, a massa da fumaça é maior do que a massa da madeira menos a das cinzas.

#### EXEMPLO ACIMA DA MÉDIA

- a) Na fumaça, existem 3 estados. Há o estado sólido das partículas de fuligem (C) em suspensão; o estado líquido das gotículas de água ( $H_2O$ ), que permitem a visualização da fumaça; e o estado gasoso de alguns produtos da combustão da madeira, como o CO e o  $CO_2$ .
- b) Não, pois na "conta" descrita no enunciado, não se leva em conta a adição de  $O_2$  na massa de madeira que virou fumaça.

#### EXEMPLO ABAIXO DA MÉDIA

- a) aparece apenas um "estado da matéria", o gasoso, pois a fumaça é constituída de gás carbônico e vapor de água.
- b) Sim, a afirmação é correta, pois de acordo com o princípio de Lavoisier nada se cria, nada se perde, tudo se transforma. Portanto, a massa da madeira tem de ser igual a soma da massa da fumaça com a das cinzas, num sistema fechado.

#### COMENTÁRIOS

Esta questão é, como a anterior, essencialmente conceitual e trata de assuntos fundamentais como estados da matéria e de reações químicas, neste caso de combustão, onde o oxigênio do ar reage com o material combustível.

Apesar da simplicidade das questões, 29,99% dos candidatos obtiveram nota zero e apenas 1,96 a nota cinco. É fácil perceber, mais uma vez, que há algo de errado no ensino recebido por esses alunos.

Note-se que o item b pede que a resposta seja iniciada com a afirmação sim ou não, coisa que muitos candidatos não respeitaram. Alguns, inclusive, não usaram nenhuma destas palavras ao longo da resposta. Embora a pontuação tenha sido atribuída para os que responderam corretamente sem seguir as instruções fornecidas, percebe-se que muitos candidatos têm dificuldade em seguir regras simples e bem estabelecidas.

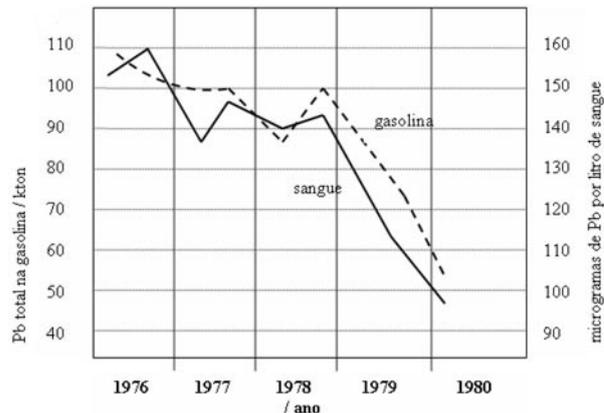
**3.** Os sistemas de comunicação e transporte criados pelo homem foram evoluindo ao longo do tempo. Assim, em fins do século XVIII, apareceram os balões, cujo desenvolvimento ocorreu durante todo o século XIX, chegando ao século XX com os dirigíveis cheios de hidrogênio e, mais recentemente, de hélio. Nesse processo, o brasileiro Santos Dumont contribuiu de modo significativo.

Os "Zeppelins", dirigíveis cheios de hidrogênio, estão, ainda, entre as maiores naves aéreas já construídas pelo homem. O mais famoso deles, o Hindenburg, começou a sua



4. Apesar dos problemas que traz, o automóvel é um grande facilitador de comunicação. Já em meados do século XX, a participação do automóvel na sociedade humana estava muito bem estabelecida. Até recentemente, para aumentar a octanagem da gasolina (e por interesses de grupos econômicos), nela era adicionado um composto de chumbo. Quando a sociedade percebeu os males que o chumbo liberado na atmosfera trazia, ocorreram pressões sociais que levaram, pouco a pouco, ao abandono desse aditivo.

O gráfico abaixo mostra uma comparação entre a concentração média de chumbo, por indivíduo, encontrada no sangue de uma população, em determinado lugar, e a quantidade total de chumbo adicionado na gasolina, entre os anos de 1976 e 1980.



a) Sabendo-se que o composto de chumbo usado era o tetraetilchumbo, e que esse entrava na corrente sanguínea sem se alterar, qual era a concentração média (em mol L<sup>-1</sup>) desse composto no sangue de um indivíduo, em meados de 1979?

b) "O fato de a curva referente à gasolina quase se sobrepôr à do sangue significa que todo o chumbo emitido pela queima da gasolina foi absorvido pelos seres humanos". Você concorda com esta afirmação? Responda sim ou não e justifique com base apenas no gráfico.

### RESPOSTA ESPERADA

a) (3 pontos)

Pelo gráfico: 120 microgramas de chumbo por litro de sangue =  $120 \times 10^{-6} \text{ g L}^{-1}$

$\text{MPb} = 207 \text{ g mol}^{-1}$  }  $120 \times 10^{-6} / 207 = 5,80 \times 10^{-7}$  moles de chumbo.

Cada molécula de tetraetilchumbo tem um átomo de chumbo, portanto, o número de moles deste composto é igual ao número de moles de chumbo, isto é,  $5,80 \times 10^{-7}$  moles.

b) (2 pontos)

Não. Cada curva se relaciona com uma escala diferente nas ordenadas. A do chumbo total na gasolina se relaciona com a escala da esquerda. A do chumbo no sangue se relaciona com a escala da direita.

### EXEMPLO ACIMA DA MÉDIA

a) 1979 →  $120 \cdot 10^{-6} \text{ g/L}$  de Pb

1 mol Pb — 1 mol tetraetilchumbo

1 mol Pb — 207 g

x —  $120 \cdot 10^{-6} \text{ g}$

x =  $5,8 \times 10^{-7}$  mol Pb

1 mol Pb — 1 mol tetraetilchumbo

$5,8 \times 10^{-7}$  mol — x

x =  $5,8 \times 10^{-7}$  mol tetraetilchumbo

em 1 litro de sangue

Resp: A concentração média de tetraetilchumbo no sangue de um indivíduo era de  $5,8 \times 10^{-7}$  mol/L.

b) Não, a afirmação está errada, pois de acordo com o gráfico as curvas são diferentes. Enquanto a curva de chumbo no gasolina está em  $\text{Kton}$  a de chumbo no sangue está em microgramas.

## EXEMPLO ABAIXO DA MÉDIA

a) massa (mililit) DO TETRAETILCHUMBO  $\rightarrow 323 \text{ g}$

$$6 \cdot 10^{23} \text{ --- } 323 \text{ g}$$

$$x \text{ MOLES --- } 115 \cdot 10^{-6} \text{ g}$$

$$x = 2,1 \cdot 10^{17} \text{ MOLES}$$

Resp.: A CONCENTRAÇÃO DE CHUMBO ERA DE  $2,1 \cdot 10^{17} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

$$m = \frac{v}{V}$$

$$m = \frac{2,1 \cdot 10^{17}}{1}$$

$$m = 2,1 \cdot 10^{17} \text{ mol/L}$$

OU

$$m = 2,1 \cdot 10^{17} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

b) O CHUMBO NÃO FOI ABSORVIDO, E SIM ELIMINADO DO ORGANISMO, E COMO HAVIA UMA CONCENTRAÇÃO MENOR DE CHUMBO NA ATMOSFERA, A SUA CONCENTRAÇÃO NO SANGUE TAMBÉM FOI DIMINUINDO. PORTANTO, A AFIRMAÇÃO ESTÁ INCORRETA.

## COMENTÁRIOS

O primeiro item avalia leitura de gráfico e conversão de unidades. O item b é mais uma questão de "lógica" que verifica se o candidato sabe, de fato, ler um gráfico. A questão pode ser considerada fácil. Mesmo assim o índice de zeros foi de 9,87% e o de cinco 4,39%. A maioria dos candidatos (69,98%) ficou entre um e dois. Notamos, mais uma vez, que quando a pergunta foge do "padrão clássico", mesmo sendo simples, o desempenho dos candidatos cai.

5. Desde os primórdios, o ser humano desejou voar. Aquela facilidade com que as aves singravam pelos ares despertava-lhe a ânsia de se elevar como elas pelos céus. Muito recentemente esse desejo foi realizado e até superado. Não só o ser humano voa, de certo modo imitando os pássaros, como vai além da atmosfera do planeta, coisa que os pássaros não fazem.

Algumas naves espaciais são equipadas com três tanques cilíndricos. Dois referentes ao hidrogênio e um ao oxigênio, líquidos. A energia necessária para elevar uma nave é obtida pela reação entre esses dois elementos.

Nas condições do voo, considere as seguintes densidades dos dois líquidos: hidrogênio  $0,071 \text{ g cm}^{-3}$  e oxigênio  $1,14 \text{ g cm}^{-3}$ .

a) Se o volume total de hidrogênio nos dois tanques é de  $1,46 \times 10^6$  litros, qual deve ser a capacidade mínima, em litros, do tanque de oxigênio para que se mantenha a relação estequiométrica na reação entre ambos?

b) Nas condições restritas das questões 3 e 5, em que situação há liberação de maior quantidade de energia: no desastre do Hindenburg ou no voo da nave espacial? Justifique.

## RESPOSTA ESPERADA

a) (3 pontos)

Volume do hidrogênio =  $1,46 \times 10^6$  litros }  $d = m / V$  }  $d_{\text{H}_2} = 0,071 \text{ g cm}^{-3}$  ou  $d_{\text{H}_2} = 71 \text{ g L}^{-1}$

$$\} m_{H_2} = 71 \times 1,46 \times 10^6 = 104 \times 10^6 \text{ gramas.}$$

$H_2 + \frac{1}{2} O_2 = H_2O$  } para cada mol de  $H_2$  há a necessidade de  $\frac{1}{2}$  mol de  $O_2$ , portanto, para cada grama de  $H_2$ , são necessários 8 g de  $O_2$  ( $2/16 = 1/8$ ).

$$d_{O_2} = 1,14 \text{ g cm}^{-3} = 1140 \text{ g L}^{-1}$$

$$m_{O_2} = 104 \times 10^6 \times 8 = 832 \times 10^6 \text{ gramas de } O_2 \} V = 832 \times 10^6 / 1140 = 7,30 \times 10^5 \text{ litros.}$$

b) (2 pontos)

$$M_{H_2} = 2 \text{ g mol}^{-1} \} \text{ número de moles de } H_2 = 104 \times 10^6 / 2 = 52 \times 10^6 \text{ moles.}$$

No caso do Hindenburg, reagiram  $8,1 \times 10^6$  moles de  $H_2$ . Portanto, como a reação é a mesma, no caso do voo espacial, ocorre a maior liberação de energia.

### EXEMPLO ACIMA DA MÉDIA

a) A combustão segue a seguinte proporção em

$$\begin{array}{l} \text{mol/L} \\ 2 : 1 \text{ (Hidrogênio : Oxigênio)} \\ \text{Tem-se } 1,46 \cdot 10^6 \text{ L } H_2 \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O \\ 1 \text{ cm}^3 H_2 \\ 10^{-3} \text{ dm}^3 H_2 \end{array} = 1,46 \cdot 10^9 \text{ cm}^3 H_2$$

Como quaisquer gases, nas mesmas condições de temperatura e pressão ocupam o mesmo volume, tendo a mesma quantidade em mol, temos que o oxigênio deverá ter metade do volume de  $H_2$ , seguindo a proporção da equação química. Portanto o tanque terá o volume de  $7,3 \cdot 10^5$  litros de oxigênio gasoso, ou

$$\frac{1,46 \cdot 10^6 \text{ L } H_2 \cdot \frac{1 \text{ cm}^3 H_2}{10^3 \text{ L } H_2} \cdot \frac{0,071 \text{ g } H_2}{1 \text{ cm}^3 H_2} \cdot \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ g } H_2} \cdot \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } H_2} \cdot \frac{32 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} \cdot \frac{1 \text{ cm}^3 O_2}{1,14 \text{ g } O_2} \cdot \frac{10^3 \text{ L } O_2}{1 \text{ cm}^3 O_2}}{= 52 \cdot 10^6 \text{ moles de } H_2}$$

$$\cong 7,4 \cdot 10^5 \text{ litros de oxigênio líquido.}$$

b) No voo da nave espacial, onde há aproximadamente  $52 \cdot 10^6$  moles de  $H_2$ , enquanto em Hindenburg, há  $8,1 \cdot 10^6$  moles de  $H_2$  (muito menos combustível).

### EXEMPLO ABAIXO DA MÉDIA

$$a) 1,46 \cdot 10^6 \text{ litros} = 1,46 \cdot 10^9 \text{ cm}^3$$

$$0,071 \text{ g} \text{ — } 1 \text{ cm}^3$$

$$x \text{ — } 1,46 \cdot 10^9 \text{ cm}^3$$

$$x = 10366 \cdot 10^3 \text{ de } H$$

$$\text{Resposta: } 4,542 \cdot 10^4 \text{ litros}$$

$$2 H : 1 O$$

$$\text{de Oxigênio}$$

$$x = 5183100 \text{ de } O$$

$$1,14 \text{ g} \text{ — } 1 \text{ cm}^3$$

$$5183 \cdot 10^4 \text{ g} \text{ — } x$$

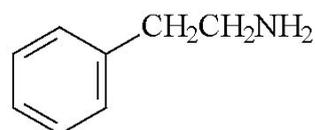
$$x = 4542 \cdot 10^4 \text{ cm}^3$$

b) No desastre de Hindenburg, pois tinha maior quantidade de gás.

### COMENTÁRIOS

Esta questão retoma a reação química da questão 3. O essencial aqui é saber que a relação estequiométrica é estabelecida entre massas de reagentes. A partir daí, os cálculos são muito simples. Nos dois itens, são feitas perguntas "clássicas" elaboradas de maneira não convencional. A grande maioria dos candidatos não conseguiu "montar" o problema a partir da leitura do texto. Isto levou a um desempenho muito baixo, onde 70,33% dos candidatos obtiveram zero. Mais uma vez notamos que, quando a pergunta foge ao usual, mesmo tratando de assunto muito conhecido, o desempenho cai.

6. A comunicação que ocorre entre neurônios merece ser destacada. É através dela que se manifestam as nossas sensações. Dentre as inúmeras substâncias que participam desse processo, está a 2-feniletilamina a qual se atribui o “ficar enamorado”. Algumas pessoas acreditam que sua ingestão poderia estimular o “processo do amor” mas, de fato, isto não se verifica. A estrutura da molécula dessa substância está abaixo representada.

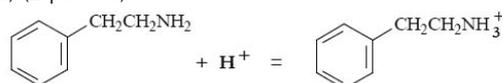


a) Considerando que alguém ingeriu certa quantidade de 2-feniletilamina, com a intenção de cair de amores, escreva a equação que representa o equilíbrio ácido-base dessa substância no estômago. Use fórmulas estruturais.

b) Em que meio (aquoso) a 2-feniletilamina é mais solúvel: básico, neutro ou ácido? Justifique.

### RESPOSTA ESPERADA

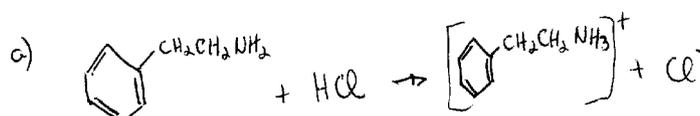
a) (2 pontos)



b) (3 pontos)

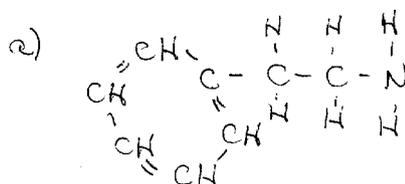
É mais solúvel em meio ácido porque a forma protonada apresenta carga, o que favorece a sua interação com as moléculas de água.

### EXEMPLO ACIMA DA MÉDIA



b) Em meio ácido, pois ficaria ela na forma iônica, sendo mais solúvel.

### EXEMPLO ABAIXO DA MÉDIA



b) em meio ácido

### COMENTÁRIOS

O primeiro item desta questão refere-se à equilíbrio ácido-base, segundo o conceito de Arrhenius, assunto muito estudado nas escolas. A expectativa, portanto, era de que esta pergunta fosse fácil para os candidatos. Pelo elevado índice de nota zero (52,24%), percebe-se que os estudantes sentiram muita dificuldade em resolver este item.

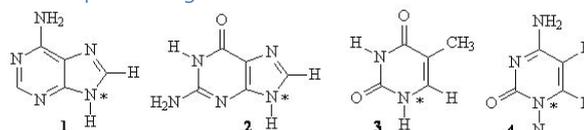
O segundo item refere-se à interação, com a água, de moléculas que apresentam cargas em sua estrutura. Uma grande parcela dos candidatos tentou responder pelo princípio de Le Chatelier, o que não é correto.

Assim, uma questão que, no todo, era considerada de dificuldade média funcionou como difícil.



**7.** A comunicação implica transmissão de informação. É o que acontece no processo de hereditariedade através do DNA, em que são passadas informações de geração em geração. A descoberta da estrutura do DNA, na metade do século XX, representou um grande avanço para a humanidade. Wilkins, Watson e Crick ganharam o Prêmio Nobel em 1962 por essa descoberta. Para que seja mantida a estrutura da dupla hélice do DNA, segundo as regras de Chargaff, existem ligações químicas entre pares das bases abaixo mostradas, observando-se, também, que os pares são sempre os mesmos.

A representação simplificada da estrutura do DNA, vista ao lado, pode ser comparada a uma "escada espiralada" ( $\alpha$ -hélice), onde o tamanho dos degraus é sempre o mesmo e a largura da escada é perfeitamente constante. As bases estão ligadas ao corrimão da escada pelo nitrogênio assinalado com asterisco nas fórmulas abaixo.



a) Considerando apenas as informações dadas em negrito, quais seriam as possíveis combinações entre as bases 1, 2, 3 e 4? Justifique.

b) Na verdade, somente duas combinações do item a ocorrem na natureza. Justifique esse fato em termos de interações intermoleculares.

### RESPOSTA ESPERADA

a) (3 pontos)

Combinando as moléculas de dois anéis com moléculas de um anel, a largura da escada fica constante. Portanto, as combinações possíveis são: 1 com 3; 1 com 4; 2 com 3; 2 com 4.

b) (2 pontos)

Este fato pode ser explicado em função do número de ligações de hidrogênio possíveis entre as bases nos respectivos pares. Num dos casos, formam-se duas ligações e no outro três.

Obs.: Na base 4, onde está N\*-N deveria estar N\*-H. Esta troca de símbolos, no entanto, em nada afetou a resolução da questão pelos candidatos e a avaliação das respostas pela banca corretora.

### EXEMPLO ACIMA DA MÉDIA

a) As combinações possíveis seriam 1 com 3 e 1 com 4, 2 com 3 e 2 com 4. Como o tamanho dos degraus e a largura da escada são constantes, compostos com 2 ciclos se ligam com compostos de apenas 1 ciclo.

b) Os pares de base nitrogenados se unem por pontes de hidrogênio, então, essas bases se unem de forma que o número dessas interações seja o maior possível mantendo a estrutura constante. As combinações seriam 1 com 3 e 2 com 4.

## EXEMPLO ABAIXO DA MÉDIA

a) ~~As~~ possíveis combinações seriam: 1 com 3 e 2 com 4. Isso porque temos que ter uma base com 2 átomos e uma com 1 átomo um ácido diglico por desferm e mesmo tamanho também pelo número de funções oxidadas, cada combinação tem que ter 2.

b) Se ocorre no natureza a combinação 1 com 3 pois é a única que permite a formação de "ligações de hidrogênio".

## COMENTÁRIOS

Esta questão tem aparência de difícil, mas, em grande parte, é um quebra-cabeça cujas peças mais importantes estão expostas no enunciado. Para responder o item a, basta ler com atenção o enunciado, observar atentamente a figura e usar o raciocínio. O item b já exige algum conhecimento de formação de ligações de hidrogênio, assunto muito estudado nas escolas.

Por fugir muito ao convencional, na apresentação, isto é, fora do treinamento usual que os candidatos recebem, a banca esperava que esta questão se comportasse como muito difícil, apesar de não o ser. De fato, isto se confirmou, evidenciando, mais uma vez, que, de modo geral, as escolas não ensinam aos alunos a enfrentarem situações novas com os conhecimentos já adquiridos.

**8.** O óxido nítrico (NO) é um gás que, produzido por uma célula, regula o funcionamento de outras células, configurando-se como um princípio sinalizador em sistemas biológicos. Essa descoberta não só conferiu o Prêmio Nobel de Medicina em 1998 para Ignaro, Furchgott e Murad, como também abriu as portas para muitos progressos científicos nesta área, inclusive no desenvolvimento do Viagra®. Como fármaco, a produção do NO começa com a reação entre  $\text{SO}_2$ , ácido nítrico e água, originando, além desse gás, o ácido sulfúrico. Como produto final, o NO é comercializado em cilindros de 16 litros, diluído em  $\text{N}_2$ . A concentração máxima é de 0,08 % em massa. Este cilindro chega a fornecer cerca de 2400 litros de gás a 25 °C e 1 atmosfera.

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

b) Qual é a massa aproximada de NO contida no cilindro a que se refere o texto da questão?

## RESPOSTA ESPERADA

a) (2 pontos)



b) (3 pontos)

Considerando a mistura como gás ideal, podemos calcular o número total de moles:

$$PV = nRT \quad \{ 1 \times 2400 = n \times 0,082 \times 298 \} \quad n = 100 \text{ moles de gás (ou } 98,2).$$

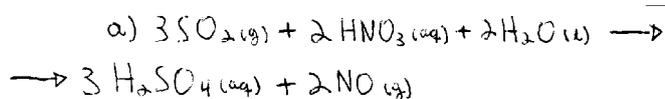
Como as massas molares do NO e do  $\text{N}_2$  são muito próximas e a concentração de NO é muito pequena (apenas 0,08 % em massa), podemos calcular a massa total do gás admitindo como massa molar média a do  $\text{N}_2$  ( 28 g mol<sup>-1</sup>).

$$\text{Massa} = 100 \times 28 = 2800 \text{ g (ou } 2750)$$

$$\text{A massa correspondente à do NO será: } m = 2800 \times 0,08 / 100 = 2,24 \text{ g (ou } 2,20)$$

Obs.: Entre parênteses estão resultados mais exatos.

## EXEMPLO ACIMA DA MÉDIA

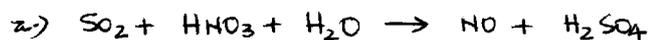


$$b) n = \frac{2400}{24} = 100 \text{ mols}$$

$$m_{H_2SO_4} \approx 100 \cdot 98 = 9800 \text{ g}$$

$$m_{NO} = \frac{0,08}{100} \cdot 28000 = 224 \text{ g}$$

## EXEMPLO ABAIXO DA MÉDIA



$$b) pV = nRT$$

$$1 \cdot 2400 = n_{NO} \cdot 0,082 \cdot 298$$

$$n_{NO} = \frac{2400}{24,436} \approx 100 \text{ moles NO}$$

$$1 \text{ mol NO} \rightarrow 30 \text{ g}$$

$$m_{NO} = 100 \cdot 30 = 3000 \text{ g}$$

$$m_{NO} \approx 3000 \text{ g}$$

## COMENTÁRIOS

O item a desta questão solicita que se escreva uma equação química usando fórmulas e nomes de compostos fornecidos no enunciado. Considerando-se que se trata de uma segunda fase, este item deveria ser fácil, o que não aconteceu.

O segundo item, que exige conhecimento de mistura de gases, e bom senso, esperava-se que o mesmo se comportasse como de dificuldade média. Porém, como no caso anterior, os candidatos sentiram muita dificuldade.

O desempenho geral desta questão foi muito baixo com 63,76% de zeros, o que é surpreendente.

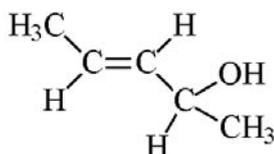
**9.** As plantas necessitam se comunicar com insetos e mesmo com animais superiores na polinização, frutificação e maturação. Para isso, sintetizam substâncias voláteis que os atraem. Um exemplo desse tipo de substâncias é o 3-penten-2-ol, encontrado em algumas variedades de manga, morango, pêssego, maçã, alho, feno e até mesmo em alguns tipos de queijo como, por exemplo, o parmesão. Alguns dos seus isômeros atuam também como feromônios de agregação de certos insetos.

a) Sabendo que o 3-penten-2-ol apresenta isomeria cis-trans, desenhe a fórmula estrutural da forma trans.

b) O 3-penten-2-ol apresenta também outro tipo de isomeria. Diga qual é, e justifique a sua resposta utilizando a fórmula estrutural.

## RESPOSTA ESPERADA

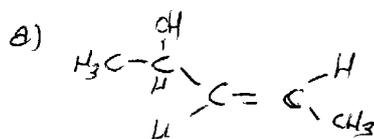
a) (3 pontos)



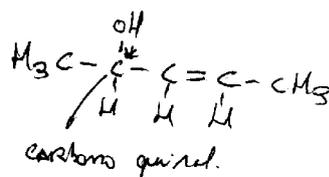
b) (2 pontos)

Isomeria óptica, pois possui um carbono assimétrico (quiral).

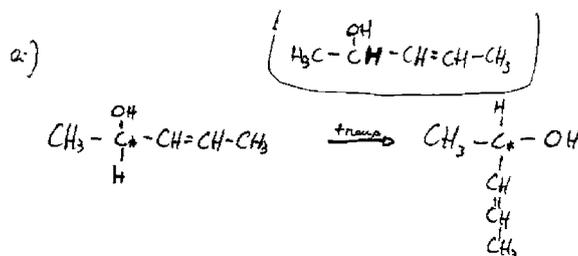
## EXEMPLO ACIMA DA MÉDIA



b) Isomeria óptica



## EXEMPLO ABAIXO DA MÉDIA



b.) A isomeria óptica, como podemos ver a seguir.



## COMENTÁRIOS

Nomenclatura de compostos orgânicos e isomeria são, de modo geral, assuntos muito bem estudados nas escolas. Assim esperava-se que esta questão não apresentasse muita dificuldade para a maioria dos candidatos.

É interessante observar que, embora tenha havido 41,59% de zeros, 29,57% dos candidatos alcançou a nota cinco, evidenciando, como a questão 3, dois grupos distintos de candidatos.

10. Câmeras fotográficas, celulares e computadores, todos veículos de comunicação, têm algo em comum: pilhas (baterias). Uma boa pilha deve ser econômica, estável, segura e leve. A pilha perfeita ainda não existe.

Simplificadamente, pode-se considerar que uma pilha seja constituída por dois eletrodos, sendo um deles o anodo, formado por um metal facilmente oxidável, como ilustrado pela equação envolvendo o par íon / metal:



A capacidade eletroquímica de um eletrodo é definida como a quantidade teórica de carga elétrica produzida por grama de material consumido. A tabela a seguir mostra o potencial padrão de redução de cinco metais que poderiam ser utilizados, como anodos, em pilhas:

| Par íon / metal       | Potencial padrão de redução / volts |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Ag <sup>+</sup> / Ag  | +0,80                               |
| Ni <sup>2+</sup> / Ni | -0,23                               |
| Cd <sup>2+</sup> / Cd | -0,40                               |
| Cr <sup>3+</sup> / Cr | -0,73                               |
| Zn <sup>2+</sup> / Zn | -0,76                               |

a) Considere para todas as possíveis pilhas que: o catodo seja sempre o mesmo, a carga total seja fixada num mesmo valor e que a prioridade seja dada para o peso da pilha. Qual seria o metal escolhido como anodo? Justifique.

b) Considerando-se um mesmo catodo, qual seria o metal escolhido como anodo, se o potencial da pilha deve ser o mais elevado possível? Justifique.

### RESPOSTA ESPERADA

a) (3 pontos)

Um indicativo da capacidade de carga de cada elemento pode ser obtido dividindo-se a carga do íon pela sua massa molar.

Seja c a capacidade de carga:

$$\text{Ag} \quad c = 1 / 108$$

$$\text{Ni} \quad c = 2 / 59$$

$$\text{Cd} \quad c = 2 / 112$$

$$\text{Zn} \quad c = 2 / 65$$

$$\text{Cr} \quad c = 3 / 52$$

Dentre as capacidades eletroquímicas acima, vê-se que o crômio tem o maior valor.

b) (2 pontos)

É o zinco, pois apresenta o potencial de redução mais negativo, isto é, é o mais facilmente oxidável.

### EXEMPLO ACIMA DA MÉDIA

a) catodo → redução  
anodo → oxidação

Considerando que a prioridade seja dada para a massa da pilha, ou seja, uma pilha leve que consiga fornecer uma quantidade de carga fixa, o metal a ser escolhido para o anodo (um metal com baixo potencial de redução) seria o cromo (Cr). Além do ser um metal com baixo potencial de redução, apresenta massa molar pequena (se comparada aos demais) além disso com um mol de metal Cr (52g) ~~apresenta~~ "circulam" pela pilha 3 elétrons, enquanto enquanto com um mol de Ni (59g), Cd (112g) e Zn (65g) "circulam" apenas 2 elétrons. Isto é, uma carga menor que a carga de fornecido por Cr.

b) Considerando que o potencial da pilha deve ser o mais elevado possível, o metal escolhido para o anodo deve ser o metal com menor potencial de redução, ou seja, simplesmente, ser o metal com maior potencial de oxidação. Logo, dentre os metais apresentados, o anodo deve ser constituído de zinco, pois ele apresenta o menor potencial de redução.

## EXEMPLO ABAIXO DA MÉDIA

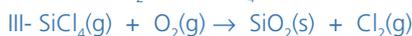
a) O metal escolhido para o anodo seria o cádmio (Cd), pois possui a menor massa.

## COMENTÁRIOS

O assunto eletroquímica costuma assustar muito os alunos. Surpreendentemente, aqui não foi o caso, apesar do baixo índice de nota cinco, observamos uma boa distribuição entre as notas 1,2 e 3, o que indica que a dificuldade foi média.

Podemos considerar que, neste caso, muitos alunos leram com atenção o enunciado e souberam, mesmo que parcialmente, dar um encaminhamento para a sua solução.

**11.** Uma das grandes novidades em comunicação é a fibra óptica. Nesta, a luz é transmitida por grandes distâncias sem sofrer distorção ou grande atenuação. Para fabricar fibra óptica de quartzo, é necessário usar sílica de alta pureza, que é preparada industrialmente usando uma seqüência de reações cujas equações (não balanceadas) estão representadas a seguir:



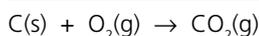
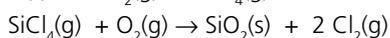
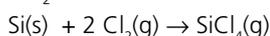
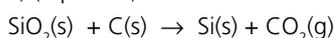
a) Na obtenção de um tarugo de 300 g de sílica pura, qual a quantidade de energia (em kJ) envolvida? Considere a condição padrão.

Dados de entalpia padrão de formação em kJ mol<sup>-1</sup>: SiO<sub>2</sub>(s) = -910; CO<sub>2</sub>(g) = -394; SiCl<sub>4</sub>(g) = -657.

b) Com a sílica produzida (densidade = 2,2 g cm<sup>-3</sup>), foi feito um tarugo que, esticado, formou uma fibra de 0,06 mm de diâmetro. Calcule o comprimento da fibra esticada, em metros.

## RESPOSTA ESPERADA

a) (3 pontos)



Na obtenção de 300 gramas de SiO<sub>2</sub>, teremos 300 / 60 = 5 moles de SiO<sub>2</sub> e, portanto, 5 moles de CO<sub>2</sub>.

$$\Delta H = 5 \times (-394) = -1970 \text{ kJ} \quad (\text{ATENÇÃO: há outro caminho mais longo.})$$

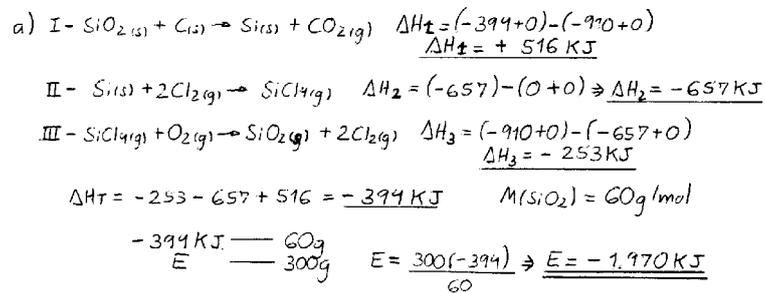
b) (2 pontos)

$$d = m / V \} V = 300 / 2,2 = 136 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume do cilindro (fibra)} = p \times r^2 \times \text{comprimento} = 136 \text{ cm}^3$$

$$\text{Comprimento} = 136 / (p \times 0,032) = 5 \times 10^6 \text{ cm ou } 5 \times 10^4 \text{ metros.}$$

## EXEMPLO ACIMA DA MÉDIA



b) ~~(1.111 MF)~~  $d = \frac{m}{V} \Rightarrow 2,2 = \frac{300}{V} \Rightarrow V = 136,4 \text{ cm}^3$

Raio =  $\frac{0,06 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{2} = 0,03 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 0,003 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 0,003 \cdot \text{cm}$

Considerando  $n = 3$

$136,4 = 3,14 \cdot (0,003)^2 \cdot c \Rightarrow 136,4 = 27,10^{-6} \cdot c \Rightarrow c = 5,10^6 \text{ cm}$

Comprimento =  $5,10^4 \text{ m}$

## EXEMPLO ABAIXO DA MÉDIA

a) ~~na primeira reação há absorção~~ Quando se soma as reações ou se calcula separadamente as entalpias de cada reação observa-se que a energia envolvida é a para a ~~for~~ quebra do  $\text{CO}_2$ , ou seja a quantidade de energia envolvido é a absorção de  $394 \text{ kJ/mol}$ .

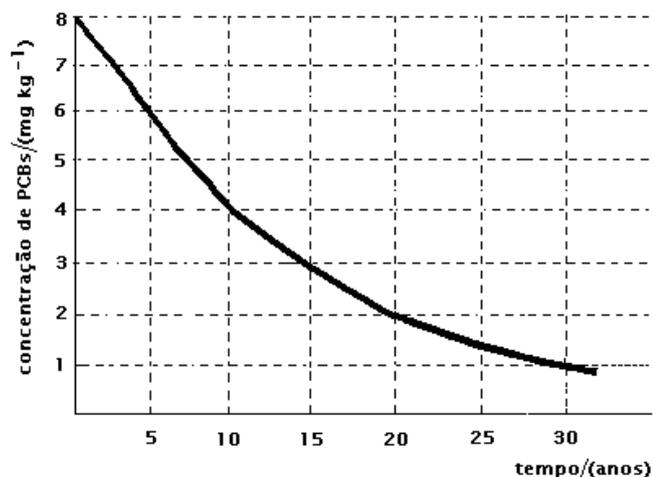
como em  $1 \text{ mol} = 60 \text{ g}$  de  $\text{SiO}_2$   
 $\times = 300 \text{ g}$   
 $\times = 5 \text{ mol}$  de  $\text{SiO}_2$   $\therefore$  o total observado é de  $1970 \text{ kJ}$

## COMENTÁRIOS

Esta questão de termoquímica é de resolução muito simples se as informações fornecidas forem usadas corretamente. O item a solicita cálculos fáceis e o item b apenas pede que se faça cálculos referentes à densidade e ao volume do cilindro.

Apesar da simplicidade da resolução, não se esperava grande desempenho dos candidatos, considerando que a questão, da forma como está colocada, significa uma situação nova, embora dentro do conhecimento dos alunos. De fato, pela distribuição de notas, percebe-se que esta questão se comportou como muito difícil, embora pudesse ser considerada como de dificuldade média.

12. Computadores, televisores, transformadores elétricos, tintas e muitas outras utilidades que facilitam a comunicação, já empregaram os PCBs (compostos bifenílicos policlorados). Infelizmente, a alta estabilidade dos PCBs, aliada às suas características prejudiciais, os colocou dentre os mais indesejáveis agentes poluentes. Esses compostos continuam, ainda, presentes no ar, na água dos rios e mares, bem como em animais aquáticos e terrestres. O gráfico a seguir mostra a sua degradabilidade, em tecidos humanos.



a) Imagine que uma pessoa, pesando 70 kg, ingere 100 kg/ano de um alimento contaminado com 0,3 ppm ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de PCBs, e que o nível letal de PCBs para o ser humano seja 1300 ppm. Será possível que este nível de PCBs seja alcançado, ao longo de sua vida, considerando a alimentação como única forma de ingestão de PCBs? Responda sim ou não e justifique.

b) Após realizar exames de laboratório, uma moça de vinte e cinco anos descobriu que estava contaminada por 14 ppm de PCBs, o que poderia comprometer seriamente o feto em caso de gravidez. Deixando imediatamente de ingerir alimentos contaminados com PCBs, ela poderia engravidar ao longo de sua vida, sem nenhum risco para o feto? Responda sim ou não e justifique, sabendo que o limite seguro é de aproximadamente 0,2 ppm.

### RESPOSTA ESPERADA

a) (2 pontos)

Desconsiderando a eliminação que é muito pequena, em função do tempo:

0,3 ppm corresponde à  $0,3 \text{ mg kg}^{-1}$ .

Por ano ingere  $0,3 \times 100 = 30 \text{ mg}$ . Como a pessoa pesa 70 kg, para atingir a quantidade letal deverá acumular

$1300 \times 70 = 91000 \text{ mg}$ .

$30 \text{ mg} \rightarrow 1 \text{ ano}$

$91000 \rightarrow x \text{ anos} \} x = 3033 \text{ anos}$ . Logo, não é possível atingir o nível letal nas condições consideradas. Se a eliminação fosse considerada (neste caso a resolução é mais difícil, além de desnecessária), o tempo necessário para alcançar o nível letal seria maior ainda.

b) (3 pontos)

Sendo a meia-vida igual a 10 anos, temos:

$14 \rightarrow 7 \rightarrow 3,5 \rightarrow 1,75 \rightarrow 0,88 \rightarrow 0,44 \rightarrow 0,22 \rightarrow 0,11$  - ppm

10 20 30 40 50 60 70 - anos

Não. Esta "moça" somente poderia engravidar após um período maior que 60 anos, quando teria mais de 85 anos, o que significa que ela nunca poderia engravidar de modo seguro (nas condições atuais do conhecimento humano).

## EXEMPLO ACIMA DA MÉDIA

- a)  $100 \text{ kg/ano alimento}$   
 $0,3 \text{ mg/kg PCB}$
- $$1 \text{ kg} \rightarrow 0,3 \text{ mg PCB} \quad x = 30 \text{ mg/ano PCB}$$
- $$100 \text{ kg} \rightarrow x \quad \downarrow \text{ ingestão}$$
- Limite  $\Rightarrow 1300 \text{ ppm} = 1300 \text{ mg/kg corporal} \times 70 \text{ kg corporal} = 91.000 \text{ mg PCB}$
- $$30 \text{ mg} \rightarrow 1 \text{ ano}$$
- $$91.000 \text{ mg} \rightarrow x$$
- $x = 3033 \text{ anos}$
- Não. Pois a pessoa precisa ingerir este alimento por pelo menos 3033 anos pl atingir a conc. limite.
- b) Pelo gráfico a meia-vida dos PCBs é de 10 anos  
 Então pl a concentração no corpo da mulher passar de 14 ppm pl 0,2 ppm seria necessário:
- $$14 \text{ ppm} \xrightarrow{1} 7 \text{ ppm} \xrightarrow{2} 3,5 \text{ ppm} \xrightarrow{3} 1,75 \text{ ppm} \xrightarrow{4} 0,875 \text{ ppm} \xrightarrow{5} 0,44 \text{ ppm}$$
- $$\xrightarrow{6} 0,22 \text{ ppm}$$
- Carca de 6 períodos de  $\frac{1}{2}$  vida, ou seja, 60 anos.  
 Como ela tem 25 anos, não seria possível ela engravidar s/ riscos, pois estes só seriam eliminados aos 85 anos.

## EXEMPLO ABAIXO DA MÉDIA

- a) m pessoa = 70 kg alimento = 100 kg/ano  
 $C_{\text{PCB}} = 30 \text{ ppm/ano}$      $C_{\text{total}} = 1300 \text{ ppm}$
- b) Não. Este nível não pode ser alcançado porque a concentração de PCBs ~~fora~~ nos tecidos humanos cai anualmente, impedindo que a concentração aumente vertiginosamente em uma pessoa.
- b)  $\frac{14}{0,2} = 70 \text{ vezes}$
- $$\begin{cases} 8 \text{ vezes} = 30 \text{ anos} \\ 70 \text{ vezes} = x \\ x = \frac{70 \cdot 30}{8} = \frac{2100}{8} = 262 \text{ anos} \end{cases}$$

## COMENTÁRIOS

Esta questão envolve interpretação de gráfico e cálculos simples de concentração, cujo enunciado foge ao estilo “padrão” muito usado nas escolas. Não é necessário muito conhecimento de Química, a não ser o significado de tempo de meia-vida. O que é mais avaliado é o raciocínio lógico. Considerando o conteúdo das perguntas, esperar-se-ia que esta questão apresentasse dificuldade média. No entanto, o formato do enunciado fez com ela funcionasse como difícil, mostrando mais uma vez que, perante uma situação inusitada, mesmo tendo em mãos as ferramentas necessárias, a grande parte dos estudantes não consegue resolver o problema, nem parcialmente.