





12 de Janeiro de 1998

**Química**

**A**o elaborar as questões de Química do Vestibular da Unicamp, a banca examinadora procura atender a vários requisitos, dentre os quais: selecionar os candidatos de acordo com um determinado perfil, interagir com o 2º Grau, e procurar incentivar a maioria dos estudantes e professores a terem uma postura diferente da convencional, com relação ao ensino e aprendizagem de Química, conforme pode ser visto no Manual do Candidato.

A Química é hoje a “Ciência Central” e se faz presente em toda a parte: em nós próprios (nosso corpo, nossa roupa, nosso alimento), na natureza que nos cerca (o solo, os vegetais, os animais), na nossa vida urbana (edifícios, transportes, trabalho e lazer, alimentação). Os materiais com que são feitas as coisas que utilizamos são elaborados através de conhecimentos químicos. Um dos aspectos mais interessantes do ser vivo são suas reações químicas. Os meios de transportes funcionam principalmente através de reações químicas que ocorrem nos motores. Os equipamentos elétricos e eletrônicos são feitos de materiais especiais, fabricados com a mais sofisticada técnica química. A Química faz parte de nossa vida diária, de nosso cotidiano. Conseqüentemente seu ensino deve mostrar esta característica, o que, infelizmente, não ocorre na maioria das vezes. Muitos candidatos ao vestibular nem sempre percebem esta realidade, nem sempre são capazes de fazer correlações entre os fatos e os conhecimentos teóricos, sem falar de falhas mais fundamentais como deficiências de leitura, que se manifesta na incompreensão das questões, no uso da Classificação Periódica, etc. São minoria ainda os candidatos que têm uma visão da Química como seria desejável, mesmo não alcançando ainda um desempenho satisfatório.

As sucessivas bancas elaboradoras de Química têm procurado formular questões e corrigi-las dentro do espírito descrito no Manual do Candidato e, felizmente, tem-se notado nos candidatos uma certa formação e preparação nesta mesma direção. A minoria que acima mencionamos tem aumentado e temos fé que esta minoria acabe se transformando em maioria.

A seguir são apresentadas as questões de segunda fase do Vestibular 98. São mostradas suas resoluções, os pontos atribuídos, o desempenho dos candidatos e alguns comentários sobre estes itens. O desempenho dos candidatos é traduzido pelos dados estatísticos da *média de cada questão* em todas as provas (cada questão vale 5 pontos) e pela *porcentagem de notas zero*, também relativa a todas as provas, as quais compreendem respostas totalmente incorretas e questões em branco. As *observações* servem para orientar o candidato em como ele deve procurar responder às questões, evitando certos erros.

A segunda fase do Vestibular da Unicamp procura apresentar questões que possam selecionar, de modo efetivo, os candidatos dos diversos cursos. São apenas doze questões por disciplina, e as bancas elaboradoras têm que combinar a necessidade de seleção com a filosofia de elaborar perguntas que contemplem o espírito crítico, que estejam relacionadas com o contexto, a vivência do estudante, e que evitem a memorização excessiva. A tarefa não é fácil, porém tem-se procurado fazer o melhor.

A seguir estão apresentadas as questões de Química do Vestibular 98, com as respostas esperadas, observações, desempenho dos candidatos e comentários.

## Questões

**ATENÇÃO:** Responda às questões com letra LEGÍVEL! Isso facilitará a correção de sua prova e garantirá a compreensão de suas respostas.

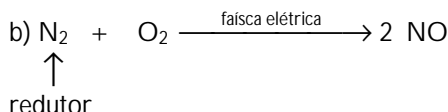
### Questão 1

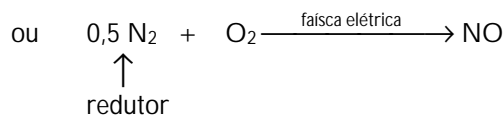
As duas substâncias gasosas presentes em maior concentração na atmosfera não reagem entre si nas condições de pressão e temperatura como as reinantes nesta sala. Nas tempestades, em conseqüência dos raios, há reação dessas duas substâncias entre si, produzindo óxidos de nitrogênio, principalmente NO e NO<sub>2</sub>.

- Escreva o nome e a fórmula das duas substâncias presentes no ar em maior concentração.
- Escreva a equação de formação, em conseqüência dos raios, de um dos óxidos mencionados acima, indicando qual é o redutor.

### Resposta Esperada

a) Nitrogênio, N<sub>2</sub> e oxigênio, O<sub>2</sub>. (2 pontos)





(3 pontos)

### Observações

Os símbolos dos elementos devem ser escritos com letras de forma, como exigem as normas internacionais, e não manuscritas. As equações químicas devem apresentar todas as substâncias (reagentes e produtos), todas as fórmulas corretas e estar balanceadas. A substância redutora deveria ser indicada com clareza.

### Desempenho dos Candidatos

- média = 3,87;
- zeros = 3,0%.

### Comentários

Esta era uma questão bastante fácil, uma vez que a composição do ar é assunto conhecido desde o 1º grau (vide questão 3 da 1ª Fase). Realmente a percentagem de zeros foi bem pequena (3,0 %) e a média relativamente alta: a mais elevada da prova.

Esta questão tem um aspecto informativo, que se refere à grande estabilidade da molécula  $\text{N}_2$ , que precisa de uma grande quantidade de energia para reagir com alguma outra substância.

### Questão 2

Freqüentemente tem-se recorrido à exumação de ossadas para investigação policial e arqueológica. Os ossos que restaram após um longo período de sepultamento resistiram à ação do tempo por serem constituídos, principalmente, por um tipo de fosfato de cálcio, muito estável, de fórmula genérica  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_x$ .

- Qual o nome do elemento químico que, no composto acima citado, aparece na forma de cátion?
- Consulte a tabela periódica e indique outro elemento que poderia substituir o cátion do referido composto.
- Determine o valor de  $x$  indicado na fórmula acima. Lembre-se de que a fórmula do ácido fosfórico é  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

### Resposta Esperada

a) Cálcio (1 ponto)

b) Be, Mg, Sr, Ba ou Ra (ou indicação pelos nomes) (2 pontos)

c) cargas:  $\text{Ca}^{2+} = 10 \times (2+) = 20+$

$\text{PO}_4^{3-} = 6 \times (3-) = 18-$

$\text{OH}^- = x \times (1-) = 2-$ , pelo princípio da eletroneutralidade.

Portanto tem-se  $x = 2$ .

(2 pontos)

### Observações

O cálculo do item **c** deveria deixar claro os princípios e o raciocínio envolvidos. A apresentação pura e simples da resposta, sem a indicação dos cálculos, anulava o item.

### Desempenho dos Candidatos

- média = 3,59;
- zeros = 10,0 %.

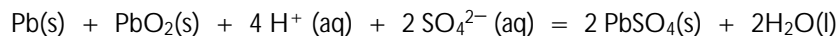
### Comentários

Foi a segunda questão em facilidade nesta prova. Muitos candidatos não responderam corretamente o item **b**, possivelmente por não utilizarem a tabela periódica. É conveniente lembrar que a Classificação Periódica engloba, em uma mesma família, elementos com propriedades semelhantes, e a carga do cátion é apenas uma delas.

Apesar do conceito de eletroneutralidade ser considerado fácil, o número de erros no cálculo de  $x$  foi significativo.

### Questão 3

Quando o acumulador dos automóveis (bateria de chumbo) fornece uma corrente elétrica, ocorre uma reação química representada por:



- Quais as variações do número de oxidação do chumbo nesta reação?
- O anúncio de uma bateria de automóvel dizia que a mesma poderia fornecer 50 A h. Neste

caso, quantos gramas de chumbo metálico seriam consumidos?

Dados:

- Constante de Faraday,  $F = 96500 \text{ C/mol}$ . Lembre-se de que a constante de Faraday é igual à constante de Avogadro multiplicada pela carga do elétron.
- Massa molar do chumbo =  $207 \text{ g/mol}$
- $1 \text{ A h} = 3600 \text{ C}$

### Resposta Esperada

a) O número de oxidação do Pb varia de 0, no  $\text{Pb(s)}$ , a +2, no  $\text{PbSO}_4(\text{s})$ , e portanto a variação é igual a 2.

O número de oxidação do Pb varia de +4, no  $\text{PbO}_2(\text{s})$ , a +2, no  $\text{PbSO}_4(\text{s})$ , e portanto a variação é igual a 2. (2 pontos)

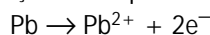
b)  $50 \text{ A h} = 50 \times 3600 \text{ C} = 1,8 \times 10^5 \text{ C}$ .

$96500 \text{ C}$  correspondem a 1 mol de  $e^-$ , portanto

$1,8 \times 10^5 \text{ C}$  correspondem a  $x$

$$x = \frac{1,80 \times 10^5 \text{ C} \times 1 \text{ mol}}{96500 \text{ C}} = 1,87 \text{ mol de } e^-$$

A oxidação do Pb pode ser representada por:



Então, para 1 mol de Pb oxidado são necessários 2  $e^-$ . Para os 1,87 mol de  $e^-$  fornecidos, serão consumidos  $y$  mol de Pb.

$$y = \frac{1 \text{ mol} \times 1,87 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = 0,93 \text{ mol de Pb}$$

a massa de Pb será portanto igual a  $0,93 \text{ mol} \times 207,2 \text{ g/mol} = 193 \text{ g}$  (3 pontos)

### Observações

As variações dos números de oxidação do chumbo deveriam ser indicadas com clareza. Os cálculos deveriam ser também indicados com clareza. Houve desconto de um ponto para erro de unidade ou erro de conta, desde que as indicações do raciocínio feito estivessem corretas.

### Desempenho dos Candidatos

- média = 1,64;
- zeros = 30,0 %.

### Comentários

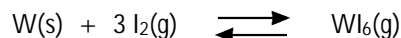
Esta foi das questões mais difíceis da prova, envolvendo conhecimento das reações de óxido-redução e das leis da eletrólise. Um dos erros mais comuns dos candidatos, no item **a**, era a falta de indicação da variação do número de oxidação. O número de oxidação das diferentes formas era apresentado, porém não a sua variação.

A resolução da parte **b** foi também considerada correta se o candidato utilizasse de fórmulas memorizadas, porém a simples apresentação da fórmula não trazia nenhum ponto. Muitos candidatos se equivocaram na relação entre o números de elétrons e o de átomos de chumbo (estequiometria) envolvidos na parte **b**, considerando que 1 mol de elétrons correspondia a 1 mol de Pb.

Os dados numéricos desta questão foram retirados de um anúncio comercial de baterias de automóvel.

### Questão 4

Nas lâmpadas comuns, quando estão acesas, o tungstênio do filamento sublima, depositando-se na superfície interna do bulbo. Nas chamadas "lâmpadas halógenas" existe, em seu interior, iodo para diminuir a deposição de tungstênio. Estas, quando acesas, apresentam uma reação de equilíbrio que pode ser representada por:



Na superfície do filamento (região de temperatura elevada), o equilíbrio está deslocado para a esquerda. Próximo à superfície do bulbo (região mais fria), o equilíbrio está deslocado para

a direita.

a) Escreva a expressão para a constante de equilíbrio.

b) A formação do  $WI_6(g)$ , a partir dos elementos, conforme a equação acima, é exotérmica ou endotérmica? Justifique a resposta.

Resposta Esperada

a) 
$$K = \frac{p(WI_6)}{\{p(I_2)\}^3} \quad (2 \text{ pontos})$$

b) Como na parte mais fria o equilíbrio está deslocado para a direita, então o processo, neste sentido libera calor, ou seja, é exotérmico. (3 pontos)

Observações

Considerou-se correta qualquer outra forma de expressar a atividades dos gases, por exemplo: *fração molar*, indicada por  $x(WI_6)$ , *concentração*, indicada por  $c(WI_6)$ , ou por  $[WI_6]$ .

A justificativa deveria ser clara, utilizando a lei de ação das massas, lei dos equilíbrios químicos, a equação de van't Hoff ou o princípio de Le Chatelier. Dizer pura e simplesmente "processo exotérmico" não valia nenhum ponto no item b.

Desempenho dos Candidatos

- média = 1,95;
- zeros = 36,0 %.

Comentários

Erros no expoente do iodo e a inclusão do tungstênio sólido,  $W(s)$ , na expressão da constante de equilíbrio foram bastante comuns, evidenciando ou distração do candidato ou desconhecimento do assunto.

Muitos candidatos apresentaram justificativa pouco clara, no item b, revelando dificuldades conceituais com o tema *equilíbrio químico*. Infelizmente este assunto nem sempre é ensinado de forma adequada, dentro de um contexto real. Assim também houve muitos equívocos com o significado dos termos "exotérmico" e "endotérmico".

Questão 5

Considere as seguintes informações sobre os elementos químicos X, Y e Z:

elemento	família ou grupo	período
X	do oxigênio	2
Y	14	2
Z	dos alcalinos	4

a) Quais são os elementos X, Y e Z?

b) A combinação de dois desses elementos pode formar substâncias não iônicas e gasosas a temperatura e pressão ambientes. Escreva a fórmula de uma dessas substâncias.

c) Escreva a fórmula de uma substância iônica e sólida formada pela combinação dos três elementos.

Resposta Esperada

a) Oxigênio, carbono e potássio ou O, C e K. (1 ponto)

b) CO ou CO<sub>2</sub> (2 pontos)

c) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ou K<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (*oxalato de potássio*) (2 pontos)

Observações

O símbolo dos elementos deve ser escritos com letras de forma, como exigem as normas internacionais, e não manuscritas. As fórmulas também deveriam estar corretas.

Desempenho dos Candidatos

- média = 3,26;
- zeros = 18,0 %.

Comentários

Apesar de boa parte dos candidatos ter acertado totalmente a questão, muitos acertaram apenas as partes a e b. A questão se assemelha a um quebra-cabeça envolvendo a Classificação Periódica e as propriedades dos elementos que formarão as substâncias solicitadas.

Dos milhares de candidatos, apenas alguns poucos, como seria de se esperar, lembraram-se do oxalato de potássio.

Um fato revelando falta de atenção de muitos candidatos foi a indicação do símbolo do potássio por "P", apesar de haver no Caderno de Questões uma Classificação Periódica com os nomes e símbolos dos elementos.



### Questão 6

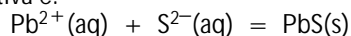
Conta-se que, durante a 2ª Guerra Mundial, espões alemães mandavam mensagens com uma tinta invisível que era essencialmente uma solução de nitrato de chumbo,  $Pb(NO_3)_2$ . Descreva, com base nas informações abaixo, um procedimento para tornar a escrita com nitrato de chumbo visível. Justifique sua resposta.

- O sulfato de chumbo é um sólido branco, pouco solúvel em água.
- O iodeto de chumbo é um sólido amarelo, pouco solúvel em água.
- O sulfeto de chumbo é um sólido preto, pouco solúvel em água.
- O cloreto de chumbo é um sólido branco, pouco solúvel em água.
- O nitrato de potássio é branco e solúvel em água.
- Todos os sais de sódio são solúveis em água.



### Resposta Esperada

Molhar a folha de papel, escrita com a tinta invisível, com uma solução de sulfeto de sódio, havendo a precipitação do sulfeto de chumbo, preto, nos locais onde há a referida tinta. A equação representativa é:



Analogamente para  $NaI$ , formando  $PbI_2(s)$ , amarelo.

(5 pontos)



### Observações

A resposta do candidato deveria ser um procedimento razoável com soluções, vapores ou gases possíveis, mantendo a integridade do papel e tornando a mensagem legível, e com a equação da precipitação correta (fórmulas e coeficientes).

Não foi considerada resposta correta a utilização de procedimentos absurdos ou conceitualmente incorretos, como por exemplo: precipitar primeiro o sulfeto de chumbo, pela reação entre soluções dos sais e depois aplicá-lo à mensagem escrita para revelá-la, queimar o papel para fazer aparecer a mensagem, não utilizar os dados fornecidos, etc.



### Desempenho dos Candidatos

- média = 1,08;
- zeros = 69,0 %.

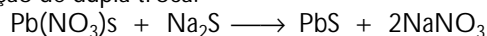


### Comentários

Esta foi a questão mais difícil da prova, como seria de se esperar, pois exigia do candidato além de conhecimentos químicos, *bom senso* e *criatividade*. Bom senso para não destruir a mensagem e criatividade para encontrar um procedimento adequado.

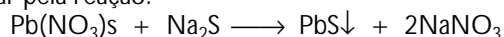
Muitos candidatos foram capazes de perceber que a reação entre nitrato de chumbo e o sulfeto ou iodeto de potássio produzia um precipitado preto ou amarelo, respectivamente, porém não foram capazes de descrever um procedimento para revelar a escrita a partir destas reações químicas. Muitos candidatos apresentaram respostas exemplares, como estas duas:

"Dissolver sulfeto de sódio em água. Por a mensagem escrita com  $Pb(NO_3)_2$  nesta solução. A parte que estiver com esse produto (nitrato de chumbo) irá ficar preta. Isso porque haverá uma reação de dupla troca:



com o aparecimento do sulfeto de chumbo - sólido preto, pouco solúvel na água. Assim aonde tivesse  $Pb(NO_3)_2$  haveria a reação e a formação do sólido preto."

"Deve-se colocar sobre a "tinta invisível", ou seja, o  $Pb(NO_3)_2$ , uma solução de sulfeto de sódio,  $Na_2S$ , bastante solúvel em água e esperar pela reação:



Serão formados o nitrato de sódio,  $NaNO_3$ , que ficará dissolvido na água e sulfeto de chumbo  $PbS$  sólido preto que precipitará por ser pouco solúvel em água, e possibilitará a leitura da mensagem."



### Questão 7

*Indicadores* são substâncias que apresentam a propriedade de mudar de cor em função da acidez ou basicidade do meio em que se encontram. Em três experimentos diferentes, misturou-se uma solução aquosa de  $HCl$  com uma solução aquosa de  $NaOH$ . As soluções de

ambos os reagentes apresentavam a mesma concentração (mol/L). Após a mistura acrescentou-se um determinado indicador, obtendo-se os seguintes resultados:

	experimento 1	experimento 2	experimento 3
reagentes	2 mL de HCl + 1 mL de NaOH	2 mL de HCl + 2 mL de NaOH	2 mL de HCl + 3 mL de NaOH
cor do indicador	amarelo	verde	azul

a) Considerando estes três experimentos, que cor este indicador apresentará em contacto com o suco de limão, que possui uma apreciável concentração de substâncias ácidas? Justifique.

b) Que cor apresentará o indicador se misturarmos os reagentes do experimento 1 com os reagentes do experimento 3? Justifique.

### Resposta Esperada

a) A cor será *amarela*. Justificativa: no experimento 1 o volume de HCl é maior que o volume de NaOH, e como ambas as soluções têm a mesma concentração, há excesso de ácido, tornando o indicador amarelo. Como o suco de limão é ácido, o indicador em contacto com o suco apresentará também cor amarela. *(2 pontos)*

b) A mistura dos reagentes do experimento 1 com os do experimento 3 resultará na cor verde do indicador. Misturando-se  $2 + 2 = 4$  mL de ácido com  $1 + 3 = 4$  mL de base, portanto volumes iguais de ácido e de base com a mesma concentração, resulta em uma solução neutra e portanto a cor do indicador será *verde*, igual à cor do experimento 2, no qual foram misturados volumes iguais de ácido e base, resultando uma solução neutra e indicador verde. *(3 pontos)*

### Observações

A resposta do candidato deveria ser bastante clara, principalmente suas justificativas. A resposta seria nula se o candidato dissesse pura e simplesmente a cor do indicador, mesmo esta sendo correta.

### Desempenho dos Candidatos

- média = 3,50;
- zeros = 9,0 %.

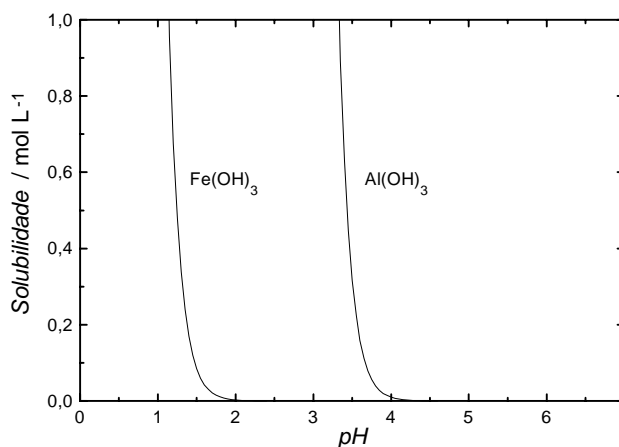
### Comentários

Boa parte dos candidatos respondeu corretamente à questão, como se pode perceber pela média elevada das notas. Na justificativa deveria estar implícito que a estequiometria da reação entre HCl e NaOH era de 1:1.

Reações ácido-base são um ponto importante do programa de Química do Vestibular da Unicamp e as propriedades dos indicadores, um conhecimento também relevante. A elevada média da questão mostra que este ponto tem sido adequadamente tratado no 2º Grau.

### Questão 8

A solubilidade de algumas substâncias pode ser alterada com o *pH* do meio. Um exemplo pode ser observado no gráfico abaixo, que representa a variação da solubilidade dos sólidos  $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$  e  $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$  em função do *pH*. Assim, em  $\text{pH} = 2,5$  tem-se  $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$  e em  $\text{pH} = 1,0$ , este hidróxido solubiliza-se.





- a) Considere uma solução de  $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$ , de concentração 0,2 mol/L. A partir de que  $\text{pH}$  começará a haver precipitação do  $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$ ?
- b) Sugira um valor ou um intervalo de  $\text{pH}$  adequado para precipitar apenas uma das duas substâncias e diga qual será a substância a ser precipitada.
- c) Adicionando-se 0,2 mol de cada um desses dois hidróxidos em 1,0 litro de água pura, será observada a solubilização dos mesmos? Justifique a sua resposta.

#### Resposta Esperada

- a) A partir de  $\text{pH} = 1,4$ , aproximadamente (1 ponto)
- b)  $\text{pH} = 3$ . Só precipitará o  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . (2 pontos)
- c) Não, pois em água pura o  $\text{pH} = 7$  e pelo diagrama ambos estarão precipitados. (2 pontos)

#### Observações

Os valores numéricos das respostas foram considerados com uma certa flexibilidade, devido à pouca precisão decorrente da utilização do gráfico. A resposta do candidato deveria ser bastante clara, principalmente a justificativa do item c.

#### Desempenho dos Candidatos

- média = 2,22;
- zeros = 23,0 %.

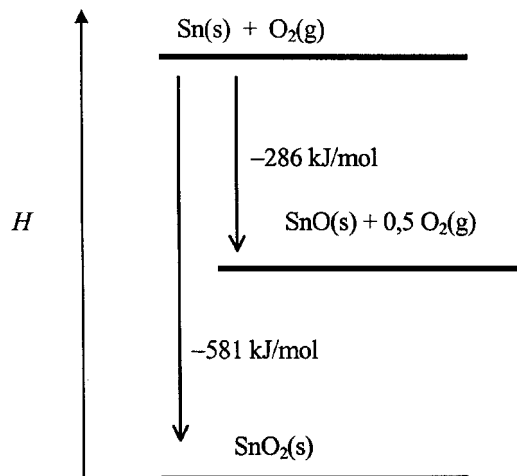
#### Comentários

A compreensão e a resolução da questão envolvia a leitura e o entendimento de um gráfico. O próprio enunciado já encaminhava o candidato nesta direção ao mostrar como variava a solubilidade do  $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$ , facilitando a associação dos fenômenos com sua representação gráfica.

Alguns candidatos, no item c, apresentaram a justificativa sem utilizar o gráfico, valendo-se de outros princípios não explicitados no enunciado; estas respostas não tiveram nota integral.

#### Questão 9

As variações de entalpia ( $\Delta H$ ) do oxigênio, do estanho e dos seus óxidos, a 298 K e 1 bar, estão representadas no diagrama abaixo:



Assim, a formação do  $\text{SnO}(\text{s})$ , a partir dos elementos, corresponde a uma variação de entalpia de  $-286 \text{ kJ/mol}$ .

- a) Calcule a variação de entalpia ( $\Delta H_1$ ) correspondente à decomposição do  $\text{SnO}_2(\text{s})$  nos respectivos elementos, a 298 K e 1 bar.
- b) Escreva a equação química e calcule a respectiva variação de entalpia ( $\Delta H_2$ ) da reação entre o óxido de estanho (II) e o oxigênio, produzindo o óxido de estanho (IV), a 298 K e 1 bar.

#### Resposta Esperada

- a) Pelo diagrama:  
 $\text{SnO}_2(\text{s}) = \text{Sn}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) ; \Delta H_1 = 581 \text{ kJ/mol}$  (2 pontos)
- b) Pelo diagrama:  
 $\text{SnO}(\text{s}) + 0,5 \text{ O}_2(\text{g}) = \text{SnO}_2(\text{s}) ; \Delta H_2$   
 $\Delta H_2 = (-581 \text{ kJ/mol}) - (-286 \text{ kJ/mol}) = -295 \text{ kJ/mol}$  (3 pontos)

### Observações

As fórmulas e equações deveriam estar corretas. Erros de unidades e de contas foram descontados em um ponto

### Desempenho dos Candidatos

- média = 2,94;
- zeros = 25,0 %.

### Comentários

A apresentação de dados termoquímicos na forma de diagramas de entalpia é menos comum que na forma de equações, porém os princípios envolvidos são os mesmos.

Muitos candidatos se confundiram ao escrever a equação química e fazer o cálculo da entalpia no item **b**. As principais confusões foram:

- erro na leitura do diagrama ou erro de sinal ao efetuar o cálculo;
- para evitar o coeficiente 0,5 do  $O_2(g)$ , multiplicaram os coeficientes da equação pelo número 2, porém não multiplicaram a correspondente entalpia, e neste caso a resposta esperada seria  $-590 \text{ kJ/mol}$ . Este engano possivelmente é decorrente de uma equivocada regra que diz que nas equações não devem figurar coeficientes fracionários.

Outros candidatos se confundiram com a designação dos óxidos através do número de oxidação do Sn, como óxido de estanho (II), para o  $SnO$ , e óxido de estanho (IV), para o  $SnO_2$ . Esta é a maneira oficial, recomendada internacionalmente. As denominações "óxido estanoso" e "óxido estânico" são obsoletas e devem ser evitadas.

### Questão 10

Nas salinas, o cloreto de sódio é obtido pela evaporação da água do mar a  $30^\circ\text{C}$ , aproximadamente.

- a)** Um volume de água do mar é evaporado até o aparecimento de  $NaCl$  sólido. Qual é a concentração de  $NaCl$  na solução resultante? Justifique a resposta.
- b)** Qual o volume de água do mar que deve ser evaporado completamente para a produção de  $1,00 \text{ kg}$  de  $NaCl$  sólido?

**Atenção:** *nem todos os dados fornecidos abaixo serão utilizados para resolver os itens acima.*

Dados:

- Massa molar da água =  $18,0 \text{ g/mol}$
- Massa molar do  $NaCl$  =  $58,4 \text{ g/mol}$
- Solubilidade do  $NaCl$  em água, a  $30^\circ\text{C}$ , =  $6,16 \text{ mol/L}$ , que corresponde a  $360 \text{ g/L}$
- Concentração do  $NaCl$  na água do mar =  $0,43 \text{ mol/L}$ , que corresponde a  $25 \text{ g/L}$
- Densidade da água do mar a  $30^\circ\text{C}$ , =  $1,03 \text{ g/cm}^3$
- Densidade da água pura a  $30^\circ\text{C}$  =  $0,9956 \text{ g/cm}^3$

### Resposta Esperada

- a)** A concentração resultante é igual a  $6,16 \text{ mol/L}$ .

Justificativa: com a evaporação da água e a conseqüente formação de  $NaCl(s)$ , a solução resultante é uma solução saturada e a concentração do sal, a  $30^\circ\text{C}$ , será igual à solubilidade. (3 pontos)

- b)** Há  $25 \text{ g}$  de  $NaCl$  em  $1,0 \text{ L}$  de água do mar  
Para se ter  $1000 \text{ g}$  ( $1 \text{ kg}$ ) serão necessários  $x \text{ L}$

$$x = \frac{1000 \text{ g} \times 1 \text{ L}}{25 \text{ g}} = 40 \text{ L}$$

será necessário evaporar  $40 \text{ L}$  de água do mar.

(2 pontos)

### Observações

A resposta do candidato deveria ser bastante clara, principalmente nas justificativas do item **a**. Erros de unidades e de contas foram descontados em um ponto.

### Desempenho dos Candidatos

- média = 1,93;
- zeros = 32,0 %.

### Comentários

Apesar da questão ser muito simples, envolvendo cálculos de concentrações, a nota média não foi alta e o número de zeros foi elevado. A principal causa foi a confusão feita pelos candidatos, que não relacionaram o aparecimento do  $NaCl(s)$  com o fato da solução estar

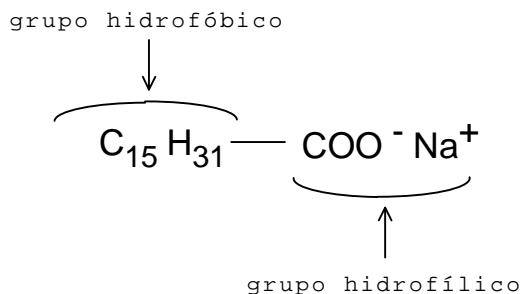
saturada. Esta falta de correlação impediu a escolha correta do dado correspondente à solubilidade do NaCl.

Outra particularidade da questão está no conjunto dos dados apresentados. Os candidatos deveriam escolher os dados adequados para a resolução dos dois itens, o que resulta em uma dificuldade adicional, apesar de comum na vida real.

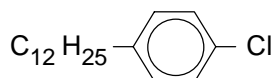
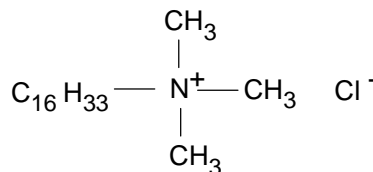
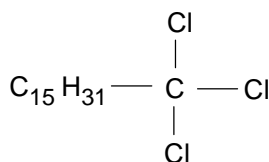
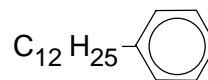
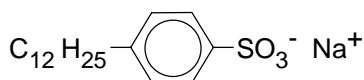


Questão  
11

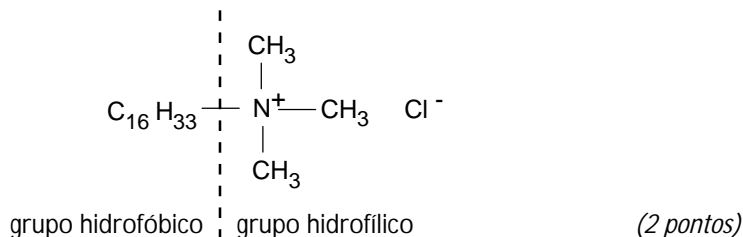
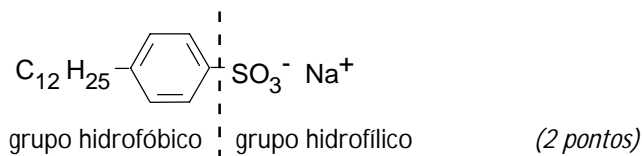
Substâncias com propriedades detergentes, como por exemplo os sabões, caracterizam-se por terem em suas moléculas um grupo *hidrofílico*, capaz de formar fortes ligações de hidrogênio com a água, e um grupo *hidrofóbico*, geralmente uma cadeia carbônica longa. Como exemplo de um sabão tem-se:



Das moléculas representadas a seguir, copie as fórmulas das que poderiam apresentar propriedades detergentes e indique os grupos hidrofílicos e os hidrofóbicos.



Resposta Esperada



Observações

Pela apresentação correta de uma das duas fórmulas estruturais e indicações dos grupos, o candidato recebia os 2 pontos. Pela apresentação de duas, 5 pontos. Pela apresentação de fórmulas e/ou indicações incorretas, foram descontados pontos do que o candidato já tinha

recebido. Assim, para a apresentação de uma fórmula e indicação corretas e duas outras fórmulas erradas, a questão foi considerada nula.

### Desempenho dos Candidatos

- média = 2,41;
- zeros = 24,0 %.

### Comentários

A questão envolve alguma familiaridade com fórmulas orgânicas, com as ligações de hidrogênio, com as propriedades da água e um pouco de atenção na sua leitura, pois as informações mais específicas para a resolução estão fornecidas no enunciado.

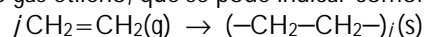
Esta é uma outra questão em que o candidato aprende e resolve com os exemplos fornecidos. Uma vez que se tenha compreendido os aspectos moleculares que produzem a detergentência, a escolha das moléculas com estas propriedades torna-se bem simples. É um raciocínio por analogia.

Muitos candidatos confundiram-se na leitura das fórmulas, apontando o  $\text{CH}_3\text{—COO}^-\text{Na}^+$  como tendo propriedades detergentes, por não observarem o tamanho da cadeia carbônica.

A razão dos descontos citados acima é para evitar “chutes”. Um candidato poderia simplesmente copiar as seis fórmulas, uma vez que a(s) correta(s) estaria(m) entre elas.

### Questão 12

Os polímeros são formados pela união de um grande número de unidades básicas, denominadas monômeros. Um dos polímeros mais utilizados é o polietileno, que é produzido a partir da reação de polimerização do gás etileno, que se pode indicar como:



sendo  $j$  um valor médio.

Para a fabricação de um balde, foram utilizados 280 g de polietileno com  $j = 10.000$ .

**a)** Calcule o volume de etileno, a 25 °C e 1 bar, necessário para produzir o referido balde. Considere que o gás seja ideal.

**b)** Se um balde de mesma massa e praticamente de mesmo tamanho fosse produzido a partir de polietileno com  $j = 20.000$ , o volume de etileno utilizado seria maior? Justifique sua resposta.

Dados:

- constante dos gases,  $R = 0,082 \text{ L bar / K mol}$
- massa molar do etileno,  $M(\text{C}_2\text{H}_4) = 28 \text{ g / mol}$

### Resposta Esperada

a) Pela lei da conservação da massa nas reações químicas, para se obter 280 g de polietileno são necessários 280 g de etileno, então

$$V = \frac{mRT}{Mp} = \frac{280 \times 0,082 \times 298}{28 \times 1} = 244 \text{ L}$$

ou

$$n(\text{pe}) = \frac{280 \text{ g}}{(28 \times j) \text{ g mol}^{-1}} \quad (\text{pe}) = \text{polietileno}$$

$$n(\text{e}) = n(\text{pe}) \times j = \frac{280 \text{ g}}{(28 \times j) \text{ g mol}^{-1}} \times j = 10 \text{ mol} \quad (\text{e}) = \text{etileno}$$

$$V = \frac{n(\text{e})RT}{p} = \frac{10 \times 0,082 \times 298}{1} = 244 \text{ L}$$

Sendo  $n$  = quantidade de substância,  $V$  = volume,  $p$  = pressão,  $T$  = temperatura.  
(2 pontos)

b) Não, pois o volume será o mesmo, uma vez que a massa também será a mesma.  
ou

O volume será o mesmo, pois o valor de  $j$  não afeta o volume de etileno necessário, conforme se pode observar no cálculo acima. *(3 pontos)*

#### Observações

Erro de unidade ou de conta foram descontados em um ponto. A justificativa do item **b** deveria ser clara, podendo o candidato se valer do cálculo do item **a**.

#### Desempenho dos Candidatos

- média = 1,31;
- zeros = 24,0 %.

#### Comentários

Esta questão envolve também alguma familiaridade com fórmulas orgânicas e a equação dos gases ideais. O ponto chave para a resolução do item **b** era o conceito de conservação de massa nas reações químicas, no caso uma reação de polimerização. Assim, para qualquer tamanho da cadeia do polímero, a massa do monômero para produzir 280 g de polímero era a mesma e, portanto, o mesmo volume de etileno.