

Caderno de Questões 2003

2ª Fase

Química



UNICAMP

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
COMISSÃO PERMANENTE PARA OS VESTIBULARES

banespa

 Grupo Santander Banespa

Introdução

Nesta prova, contextualizada no universo da alimentação, procurou-se privilegiar o raciocínio e o conhecimento dos fatos do dia-a-dia. Evidentemente, não se pode prescindir do conteúdo específico de Química, pois ele é necessário ao entendimento desta área do conhecimento. Contudo, na medida do possível, evitaram-se perguntas de caráter muito restrito e, quando esse tipo de pergunta ocorreu, forneceram-se informações que, para um bom entendedor, corresponderiam a uma aula relativa ao assunto.

A filosofia que a Banca de Química tem adotado busca valorizar aqueles candidatos que possuem um melhor potencial de raciocínio e de entendimento e que conseguem associar o conhecimento que têm acumulado com o problema enfrentado. Os resultados verificados nesta prova indicam que o caminho adotado tem surtido os efeitos desejados. Assim, verificando-se o desempenho em Química, em áreas altamente disputadas e naquelas de menor demanda, inclusive áreas onde esta faceta do conhecimento humano não é "emocionalmente" considerada essencial pelos candidatos, pode-se considerar que, relativamente, não houve uma diferença tão grande.

Durante a correção, embora pareça haver uma tendência à diminuição em relação aos anos anteriores, observou-se, ainda, a dificuldade que muitos candidatos têm de entender a proposta da questão que lhes é colocada. Se a apresentação da pergunta, em acréscimo ao conteúdo, foge ao "tradicional", esta dificuldade é aumentada.

Fazendo agora a avaliação desta prova, a Banca de Química pode considerar que o objetivo de contribuir para a seleção dos melhores candidatos foi plenamente atingido. Por outro lado, em acréscimo, verificou-se um crescimento no desempenho dos candidatos na prova, o que é um bom indicio de que o ensino de Química nas escolas está, paulatinamente, sendo reformulado.

Alimentar-se é ação fundamental dos seres vivos. Sem alimento não há vida. É necessário comer para viver e, embora no nosso planeta milhões ainda morram de fome a cada ano, muitos "vivem" para comer e acabam abreviando a própria vida.

O que é alimento? Como ele age no nosso organismo? Quanto comer? Como comer?... São perguntas que vêm sendo feitas e paulatinamente respondidas, à medida que a ciência avança.

Nesta prova veremos, de pincelada, alguns aspectos macro e microscópicos da alimentação.

Leia com atenção os enunciados sem devorá-los com afobação, faça a "digestão" mental com tranquilidade e resolva as questões com objetividade.

Questão 1

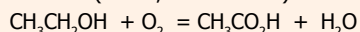
Em um jantar de Natal oferecido a amigos, o anfitrião abriu duas garrafas de um mesmo vinho. O conteúdo de uma delas permaneceu intacto enquanto o da outra foi consumido em cerca de 90%. As duas garrafas foram tampadas. A cheia foi guardada na geladeira e a outra num armário da cozinha. Uma semana mais tarde, na ceia de Ano Novo, o conteúdo desta última garrafa foi usado para temperar a salada.

- a)** O que aconteceu com este vinho para poder ser usado como tempero de salada? Justifique usando uma equação química.
- b)** Cite dois fatores físicos e/ou químicos que favoreceram a transformação no conteúdo de uma garrafa e não no da outra.

Resposta esperada

a)

O etanol (álcool, álcool etílico) contido no vinho foi oxidado, tornando-se ácido acético (vinagre).



(3 pontos)

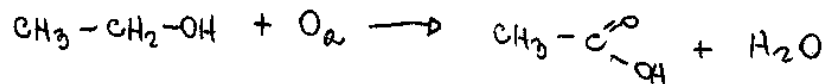
b)

Temperatura (ambiente) e oxigênio (do ar).

(2 pontos)

Exemplo acima da média

a) Ocorreu a ^{oxidação do álcool} ~~fermentação do álcool~~. O álcool do vinho se transformou em ácido acético.



b) Temperatura, volume em contato com o O_2 proporcionalmente

Exemplo abaixo da média

a) O vinho transformou-se em ácido acético

$$\text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2 - \text{CO}_2 \rightarrow \text{H C}_2\text{O}_3 \quad \begin{matrix} \text{ácido} \\ \text{acético} \end{matrix}$$

b) No conteúdo da primeira garrafa há transformação do vinho em ácido acético, pois nestas moléculas, perdem características, como o ponto de ebulição, pressão de vapor, a densidade diminui e a temperatura também sofre alterações uma vez que se resfria após sua abertura. Neste caso também se perde moléculas de água e a concentração de substâncias ácidas (solúis) tende a aumentar.

Comentários

Esta questão avalia, de um modo bastante simples, conhecimentos de química do dia-a-dia e a capacidade do candidato de relacioná-los com o formalismo científico.

A expectativa da banca era de que esta questão não apresentasse muita dificuldade aos candidatos. A nota média geral obtida, 2,21 na escala de zero a cinco, confirma esta previsão.

Deve-se registrar um fato curioso: embora o item **b** pedisse que fossem citados dois fatores físicos e/ou químicos que favorecessem a transformação no conteúdo de uma garrafa e não no da outra, de onde se esperava uma resposta de poucas palavras, a maioria dos candidatos discorreu sobre o assunto usando uma média de quatro a cinco linhas. Houve casos de respostas com dezesseis linhas. Com certa frequência o excesso de "explicações" conduziu a erros.

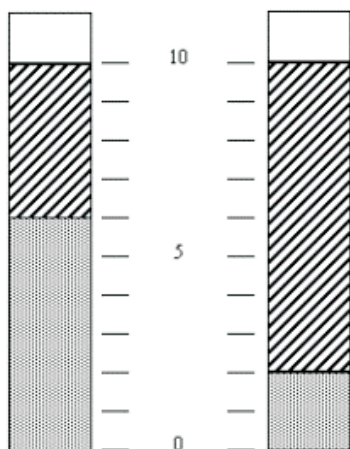
Este tipo de comportamento, por um lado, deve indicar a orientação equivocada que os alunos recebem na escola e em cursos preparatórios sobre como responder às questões de Química do Vestibular da Unicamp, e por outro lado, deve refletir a insegurança do candidato em responder sucintamente, achando que algo está faltando. Isto também reflete problemas de formação escolar.

Questão 2

As "margarinas", muito usadas como substitutos da manteiga, contêm gorduras vegetais hidrogenadas. A diferença fundamental entre uma margarina "light" e outra "normal" está no conteúdo de gordura e de água.

Colocou-se em um tubo de ensaio uma certa quantidade de margarina "normal" e, num outro tubo de ensaio, idêntico ao primeiro, colocou-se a mesma quantidade de margarina "light".

Aqueceu-se em banho-maria os dois tubos contendo as margarinas até que aparecessem duas fases, como esquematizado na figura.



a) Reproduza, na resposta, a figura do tubo correspondente à margarina "light", identificando as fases lipídica e aquosa.

b) Admitindo que as duas margarinas tenham o mesmo preço e considerando que este preço diz respeito, apenas, ao teor da gordura de cada uma, em qual delas a gordura custa mais e quantas vezes (multiplicação) este preço é maior do que na outra?

Resposta esperada

a)



(3 pontos)

b)

A margarina "light" tem a metade do teor de gordura da "normal", portanto a gordura da margarina "light" custa mais, ou seja, o dobro (duas vezes mais) da gordura da "normal".

ou

Gordura da light = 4 (ml, cm³, %, etc.)

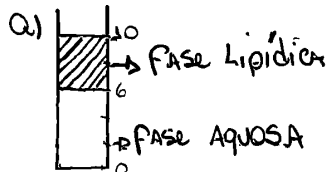
Gordura da normal = 8 (ml, cm³, %, etc.)

$$4 \times \text{custoL} = 8 \times \text{custoN} \quad \} \quad \text{custoL} = 2 \times \text{custoN}$$

Portanto, a gordura da light custa 2 vezes mais do que a da normal.

(2 pontos)

Exemplo acima da média



b) CONSIDERANDO P O PREÇO DAS MARGARINAS, E COMO NOS É INFORMADO NO GRÁFICO $V_{g, \text{NORMAL}} = 2 V_{g, \text{LIGHT}}$ O PREÇO POR VOLUME, DA MARGARINA "LIGHT", DE GORDURA É O dobro DO PREÇO DA MARGARINA "NORMAL", SENDO ASSIM A GORDURA

$$P_{g, \text{LIGHT}} = 2 P_{g, \text{NORMAL}} \quad \text{NA MARGARINA "LIGHT" É MAIS CARA.}$$

Exemplo abaixo da média



b) A gordura da margarina light custa 3 vezes mais cara que a normal.

Comentários

A questão 2 avalia conceitos com os quais as pessoas convivem todos os dias. Pode-se dizer que ela examina a capacidade do candidato de perceber fatos que o rodeiam.

Quem não sabe que a gordura "bóia" na água, portanto é menos densa do que esta?

O item **a** avalia, portanto, a capacidade do candidato de correlacionar fatos observados no contexto diário com um experimento de laboratório.

No item **b**, verifica-se se o estudante consegue estabelecer uma relação lógica simples entre o conteúdo essencial de um produto e seu preço de venda ao consumidor.

Pode-se perceber que este tipo de pergunta pode ser respondido facilmente, mesmo por alguém que nunca tenha tido aulas de Química, usando-se conhecimento adquirido na vivência diária.

Um aspecto interessante detectado na resposta do item **a** desta questão, é que muitos candidatos transcreveram para o caderno de respostas o desenho dos dois tubos ou não reproduziram nenhum deles, contrariando a instrução de transcrever a figura do tubo correspondente à margarina "light". Este tipo de erro – contrariar as instruções recebidas – é bastante comum e evidencia a dificuldade de um grupo numericamente significativo de indivíduos de cumprirem tarefas especificadas.

A expectativa da Banca era que esta questão seria uma das mais fáceis da prova, o que deveria se refletir na média geral. Com efeito, a média geral observada foi de 3,38, o que confirma a previsão.

Questão 3

Os alimentos, além de nos fornecerem as substâncias constituintes do organismo, são também fontes de energia necessária para nossas atividades.

Podemos comparar o balanço energético de um indivíduo após um dia de atividades da mesma forma que comparamos os estados final e inicial de qualquer processo químico.

O gasto total de energia (em kJ) por um indivíduo pode ser considerado como a soma de três usos corporais de energia:

1 - gasto metabólico de repouso (4,2 kJ/kg por hora)

2 - gasto energético para digestão e absorção dos alimentos, correspondente a 10% da energia dos alimentos ingeridos.

3 - atividade física, que para uma atividade moderada representa 40% do gasto metabólico de repouso.

a) Qual seria o gasto energético total de um indivíduo com massa corporal de 60 kg, com atividade moderada e que ingere o equivalente a 7600 kJ por dia?

b) Considerando-se que 450 g de massa corporal correspondem a aproximadamente 15000 kJ, qual é o ganho (ou perda) deste indivíduo por dia, em gramas?

Resposta esperada

a)

$$(4,2 \times 60 \times 24) + (7600 \times 0,1) + (4,2 \times 60 \times 24) \times 0,4 = 9227,2 \text{ kJ}$$

$$6048 + 760 + 2419 = 9227,2 \text{ kJ}$$

(2 pontos)

b)

$7600 - 9227,2 = -1627,2 \text{ kJ / dia}$ (gasto de energia maior do que a ingestão)

$(-1627,2 / 15000) \times 450 = -48,8 \text{ g / dia}$ (perda de peso)

ou

$-1627 \text{ kJ} \rightarrow x \text{ g}$

$15000 \text{ kJ} \rightarrow 450 \text{ g}$

$x = 48,8 \text{ g}$

(3 pontos)

Exemplo acima da média

A) Para esse indivíduo teríamos, por dia:

$$\begin{array}{l} \text{REPOUSO} = 4,2 \text{ kJ} \times 60 \text{ kg} \times 24 \text{ horas} = 6048 \text{ kJ} \\ \text{ABSORÇÃO} \\ \text{DE ALIMENTOS} = \frac{10}{100} \cdot 7600 \text{ kJ} = 760 \text{ kJ} \quad + \\ \text{ATIVIDADE} \\ \text{FÍSICA} = \frac{40}{100} \cdot 6048 \text{ kJ} = 2419,2 \text{ kJ} \end{array}$$

$$\text{TOTAL} = 9227,2 \text{ kJ}$$

B) O indivíduo tem um déficit energético de $9227,2 - 7600 = 1627,2 \text{ kJ/dia}$

$$\begin{array}{l} 450 \text{ g massa} \text{ --- } 15000 \text{ kJ} \\ m \text{ --- } 1627,2 \text{ kJ} \end{array}$$

$$m = 48,816 \text{ g perdida diariamente}$$

Exemplo abaixo da média

@ Gasto para digestão e absorção = $\frac{10}{100} \cdot 6000 = 600 \text{ KJ/dia}$
 Gasto de repouso = $4,2 \text{ KJ/hora/Kg} = 252 \text{ KJ/hora}$
 Gasto para atividade moderada = $\frac{40}{100} \cdot 4,2 = 1,68 \text{ KJ} \cdot 600 \text{ Kg} = 1008 \text{ KJ/dia}$
 O enunciado não diz quantas horas o indivíduo permanece em repouso e quantas horas gasta praticando atividades físicas moderadas, portanto não há como saber o gasto energético total nem o ganho ou perda em gramas g do indivíduo por dia.

Comentários

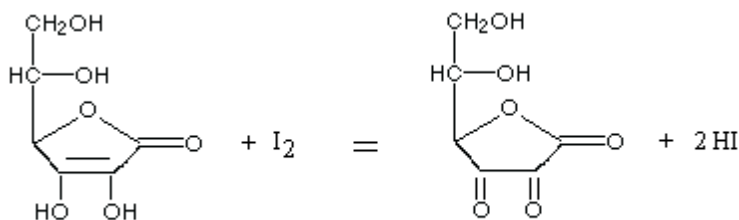
Nesta questão relacionam-se conhecimentos de termoquímica com metabolismo orgânico, de uma maneira muito simples. A leitura atenta do enunciado conduz o candidato à resposta certa. Exige-se, na verdade, muito mais raciocínio do que conhecimento específico em termoquímica.

Pelo tipo de assunto tratado na questão, que é uma espécie de "tabu" entre os candidatos, associado à simplicidade com que é tratado, a expectativa da banca era que o desempenho se apresentasse como médio. De fato, isto pode ser verificado pela média geral obtida - 2,39 -, que supera até, um pouco, o esperado.

Questão 4

A vitamina C, também conhecida como ácido ascórbico, é um composto orgânico, hidrossolúvel, estável ao aquecimento moderado apenas na ausência de oxigênio ou de outros oxidantes. Pode ser transformada em outros produtos pelo oxigênio do ar, em meio alcalino ou por temperaturas elevadas. Durante processos de cozimento, alimentos que contêm vitamina C apresentam perdas desta vitamina, em grande parte pela solubilização na água e, também, por alterações químicas. Em função disto, para uso doméstico, deve-se evitar o cozimento prolongado, altas temperaturas e o preparo do alimento com muita antecedência ao consumo.

A análise quantitativa do ácido ascórbico em sucos e alimentos pode ser feita por titulação com solução de iodo, I_2 . A seguinte equação representa a transformação que ocorre nesta titulação.



a) Esta reação é de óxido-redução? Justifique.

Diferentemente da maioria dos ácidos orgânicos, a vitamina C não apresenta grupo carboxílico em sua molécula.

b) Escreva uma equação química correspondente à dissociação iônica do ácido ascórbico em água, que justifique o seu caráter ácido.

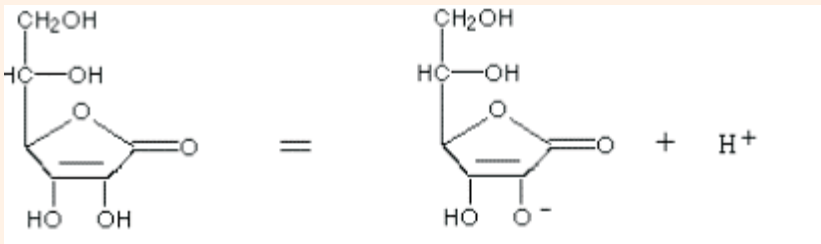
Resposta esperada

a)

Sim, é uma reação de óxido-redução, pois percebe-se que o iodo (I_2) se reduz (ganha elétrons) indo a iodeto, I^- .

(2 pontos)

b)



(3 pontos)

Exemplo acima da média

a) Sim, pois o I_2 é um agente oxidante e o ácido ascórbico é um agente redutor, havendo alterações do NOX de alguns participantes da reação:

b)

Exemplo abaixo da média

a) A reação de titulação do ácido ascórbico com solução de iodo (I_2) é uma reação de oxido-redução pois o iodo sofre redução, passando de I_2^0 para I^- . É o oxigênio do ácido que sofre oxidação passando de O^{-2} para O^0 . Ou seja o nox do iodo e do oxigênio sofre mudanças, portanto essa reação é de oxido-redução, sendo o ácido o redutor e o iodo o oxidante.

b) hidrogênio ionizável

Comentários

O item **a** desta questão avalia, de um modo objetivo e simples, se o estudante incorporou o conceito de reação de oxidação e redução. Na equação química fornecida está muito clara a redução do I_2 a I^- . No caso do ácido ascórbico, considerando o nível de alunos de grau médio, a oxidação do carbono não está tão evidente. No entanto, é ensinado na escola que a toda reação de redução corresponde uma de oxidação e vice-versa. Em outras palavras, não ocorre reação de redução sem que a ela esteja associada uma outra de oxidação e vice-versa. Muitos candidatos responderam que a equação fornecida corresponde apenas à de uma redução, já que "somente" o I_2 se reduz a I^- , sendo que o ácido ascórbico não se oxida nem se reduz.

No item **b**, avaliam-se conhecimentos de equilíbrio ácido-base, assunto que costuma ser visto com bastante insistência no ensino médio. A maioria dos candidatos conseguiu perceber que os prótons dissociáveis seriam os ligados aos oxigênios dos grupos $-OH$. No entanto, muitos tiveram dificuldade em representar a dissociação na forma de equação química.

A expectativa da banca era que esta questão, quanto à dificuldade, fosse de média a difícil. O desempenho verificado confirmou esta expectativa, uma vez que a média geral obtida foi 1,34, um pouco abaixo do esperado.

Questão 5

A ingestão de cloreto de sódio, na alimentação, é essencial. Excessos, porém, causam problemas, principalmente de hipertensão.

O consumo aconselhado para um adulto, situa-se na faixa de 1100 a 3300 mg de sódio por dia.

Pode-se preparar uma bela e apetitosa salada misturando-se 100 g de agrião (33 mg de sódio), 100 g de iogurte (50 mg de sódio) e uma xícara de requeijão cremoso (750 mg de sódio), consumindo-a acompanhada com uma fatia de pão de trigo integral (157 mg de sódio):

a) Que percentual da necessidade diária mínima de sódio foi ingerido?

b) Quantos gramas de cloreto de sódio deveriam ser adicionados à salada para se atingir o consumo diário máximo de sódio aconselhado?

Resposta esperada

a)

$$(33 + 50 + 750 + 157) = 990 \text{ mg de sódio}$$

$$(990 / 1100) \times 100 = 90 \% \text{ da necessidade mínima diária}$$

(2 pontos)

b)

$$3300 - 990 = 2310 \text{ mg de sódio}$$

$$\text{massa molar do NaCl} = 23 + 35,5 = 58,5 \text{ g/mol}$$

$$58,5 \text{ g} \rightarrow 23 \text{ g}$$

$$x \rightarrow 2,31 \text{ } \} x = 5,85 \text{ g de NaCl}$$

(3 pontos)

OUTROS MODOS DE RESOLUÇÃO

$$\text{O NaCl tem } (23 / 58,5) \times 100 = 39,3 \% \text{ de sódio}$$

$$2,310 \text{ g} \rightarrow x \text{ g}$$

$$100 \text{ g} \rightarrow 39,3 \text{ g} \} x = 5,9 \text{ g}$$

Observação:

O item **b** pode ser resolvido sem considerar a fatia de pão. Neste caso a quantidade do sódio encontrada é 2467 mg e a de cloreto de sódio é 6,3 g.

Exemplo acima da média

$$a) m' = 33 \text{ mg} + 50 \text{ mg} + 750 \text{ mg} + 157 \text{ mg}$$

INGERIDA

$$m' = 990 \text{ mg}$$

$$\begin{array}{l} 1100 \text{ mg} \text{ — } 100\% \\ 990 \text{ mg} \text{ — } x \end{array}$$

$$x = 90\%$$

$$b) \text{ consumo : } 3300 \text{ mg}$$

máximo

$$m' = 990 \text{ mg}$$

$$y = 3300 \text{ mg} - 990 \text{ mg}$$

$$y = 2310 \text{ mg de Na estão faltando}$$

$$23 \text{ g de sódio} \text{ — } 58,5 \text{ g de NaCl}$$

$$2310 \cdot 10^{-3} \text{ g} \text{ — } M$$

$$M \approx 5,85 \text{ g}$$

Exemplo abaixo da média

a) $P_{\text{palada}} = \text{quantidade de } \overset{\text{sódio}}{\text{NaCl}}$ na palada.

$$P_{\text{palada}} = 33 + 50 + 157 = 240 \text{ mg de sódio}$$

$$2200 \text{ mg (sódio)} \text{ — } 100\%$$

$$240 \text{ mg (sódio)} \text{ — } p \Rightarrow \boxed{p \approx 2\%}$$

b) $\text{Na} \approx 23 \text{ g/mol}$ $\text{Cl} \approx 35 \text{ g/mol} = 35 \times 10^3 \text{ mg/mol}$

$$240 + m_{\text{sódio}} = 2200$$

$$m_{\text{sódio}} = 1960 \text{ mg de sódio}$$

$$\therefore \approx 3.245 \text{ mg} = \boxed{3,245 \text{ g de NaCl}}$$

Comentários

Trata-se de uma questão que avalia conhecimento de fórmulas químicas de compostos inorgânicos usuais, de massa molar e de estequiometria.

Na expectativa da banca, quanto à dificuldade, esta questão seria de média a fácil, devido à insistência com que este tipo de assunto é visto na escola.

Muitos estudantes resolveram a questão usando o número atômico em lugar da massa atômica. Isto evidencia um grave erro conceitual. No caso, como o sódio e o cloro são elementos leves, os seus números atômicos correspondem à metade da massa atômica, o que leva a um resultado numericamente correto, mas conceitualmente errado.

Erros deste tipo, num assunto tão fundamental em Química, evidenciam grave erro de aprendizagem e/ou de ensino.

A média geral obtida confirma a previsão (média geral = 3,06).

Questão 6

Fontes vegetais de lipídios contêm moléculas de ácidos graxos (ácidos carboxílicos poli-insaturados) que apresentam estrutura *cis*. O processo de hidrogenação parcial destas gorduras, como por exemplo na fabricação de margarinas, pode conduzir à formação de isômeros *trans*, que não são desejáveis, visto que estes são suspeitos de elevarem o teor de colesterol no sangue.

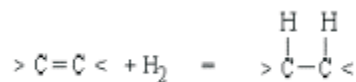
a) Escreva a equação química que representa, genericamente, a hidrogenação de uma dupla ligação carbono-carbono ($>C = C<$).

O ácido linoléico pode ser representado pela fórmula $C_{18}H_{32}O_2$.

b) Quantas duplas ligações ($>C = C<$) contêm uma molécula deste ácido? Justifique.

Resposta esperada

a)



(2 pontos)

b)

R-CH₂-CO₂HNas moléculas de alquenos: C_nH_{2n+2-2y}, onde y é o número de duplas.No caso, considerando o radical R-CH₂-, deve-se considerar ainda um hidrogênio:

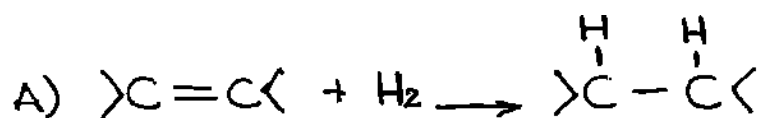
$$n = 17 \} 2 \times 17 + 2 - 2 \times y = 31 + 1 = 32 \} 2y = 4 \} y = 2, \text{ portanto, duas duplas.}$$

Ou

H₃C-CH₂-CH=CH-(CH₂)₃-CH=CH-(CH₂)₇-CH₂-CO₂H, portanto, duas duplas ligações.

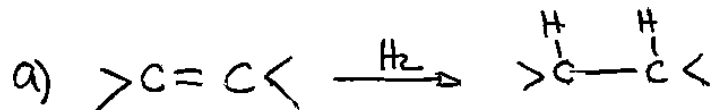
(3 pontos)

Exemplo acima da média



B) Ácidos ~~que não têm~~ ^{que não têm} dupla ligação apresentam fórmula molecular do tipo C_nH_{2n}O₂. Sabendo que para dupla ligação retira 2 átomos de H do ácido podemos afirmar que o ácido linoléico apresenta 2 duplas ligações já que sua fórmula é do tipo C_nH_{2n-4}O₂.

Exemplo abaixo da média



A molécula desse ácido contém ~~duas~~ ^{três} (3) duplas ligações, uma vez que esse ácido apresenta estrutura cis ou trans e o carbono é um elemento ~~quatro~~ tetravalente, fazendo apenas 4 ligações.

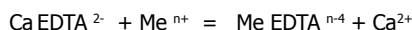
Comentários

Esta questão verifica conhecimentos fundamentais em Química Orgânica. No caso, trata-se de reação de adição de hidrogênio à dupla ligação carbono-carbono, contextualizada na fabricação de margarina, e de fórmulas de compostos orgânicos. O item **b**, embora possa ser resolvido através de procedimento matemático, considerando, por exemplo, a fórmula geral de alcenos, também pode ser solucionado escrevendo-se, por extenso, a fórmula da molécula em questão. Embora os dois itens sejam fáceis, na essência, pelo conteúdo que abrangem, a expectativa era de que os candidatos sentiriam dificuldade devido ao "preconceito" em relação ao conteúdo de Química Orgânica. A média geral observada (2,22) confirma esta previsão.

Questão 7

Íons como Cu^{2+} , Fe^{3+} e Fe^{2+} , presentes em certos alimentos, como por exemplo maionese, podem causar a sua deterioração através da formação de peróxidos. Para evitar este problema, em alguns alimentos industrializados pode ser adicionada uma substância que complexa (reage com) estes íons, impedindo a sua ação. Esta substância, genericamente conhecida como "EDTA", é adicionada na forma de seu sal de sódio e cálcio.

A reação que ocorre entre os íons "indesejáveis" e o "EDTA" adicionado pode ser representada pela equação:



Os valores dos logaritmos das constantes de equilíbrio para as reações de complexação desses íons com EDTA são:

| Me ⁿ⁺ | log K _{eq} |
|------------------|---------------------|
| Fe ²⁺ | 14,4 |
| Cu ²⁺ | 18,8 |
| Fe ³⁺ | 25,1 |

a) Qual dos íons Meⁿ⁺ será removido com mais eficiência? Justifique.

b) Escreva a equação química que representa a reação entre Ca EDTA²⁻ e o íon escolhido no item a da questão.

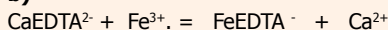
Resposta esperada

a)

Quanto maior a constante de equilíbrio, tanto mais a reação estará deslocada para a direita, portanto, removerá o íon com mais eficiência. Isto ocorre mais com o Fe^{3+} .

(2 pontos)

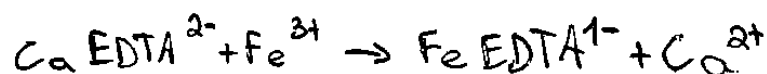
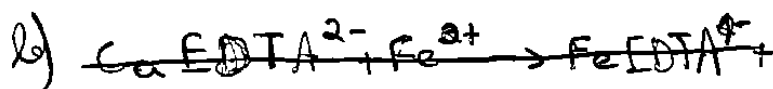
b)



(3 pontos)

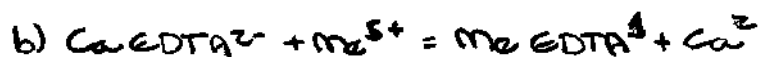
Exemplo acima da média

a) O íon Fe^{3+} , porque sua constante de equilíbrio é a maior.



Exemplo abaixo da média

a) O que passar o menor "m", pois quanto menor o "m" maior a chance de ocorrência da reação, ou seja, o Fe^{3+} , que é o ~~menor~~ menor índice que verifica a igualdade $-2 + m = m - 1 + 2$



Comentários

Embora de "aparência" difícil, esta é mais uma questão fácil para aquele candidato que entendeu os fundamentos do equilíbrio químico e sabe trabalhar com equações químicas.

A equação química necessária para a resolução é, de certo modo, fornecida através da equação "modelo", o que facilita muito a resolução.

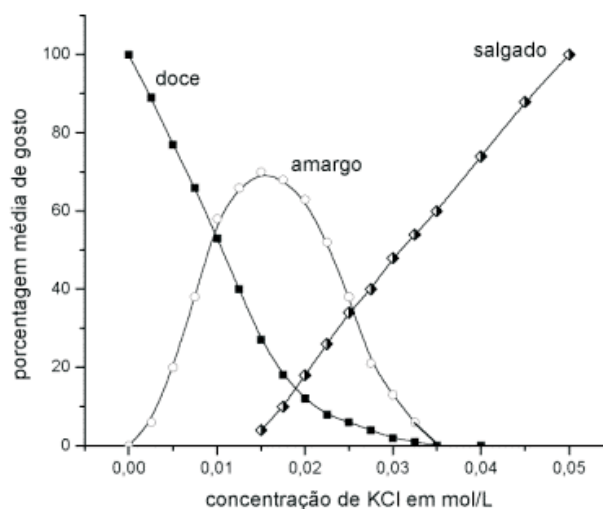
A média geral observada foi 1,93, o que indica que a dificuldade foi média, dentro da expectativa da banca.

Questão 8

O cloreto de potássio é muitas vezes usado em dietas especiais como substituto de cloreto de sódio.

O gráfico abaixo mostra a variação do sabor de uma solução aquosa de cloreto de potássio em função da concentração deste sal.

Ao se preparar uma sopa (1,5 litros), foi colocada a quantidade mínima de KCl necessária para se obter sabor "salgado", sem as componentes "amargo" e "doce".



a) Qual a quantidade, em gramas, de KCl adicionado à sopa?

b) Qual a pressão osmótica π , a 57°C , desta solução de KCl? $\pi = c R T$, onde c é a concentração de partículas em mol/L, $R = 0,082\text{ L atm K}^{-1}\text{mol}^{-1}$, T é a temperatura absoluta.

Resposta esperada

a)

pelo gráfico: 0,035 mol / litro

massa molar do KCl = $39,1 + 35,5 = 74,6\text{ g / mol}$

quantidade = $0,035 \times 74,6 \times 1,5 = 3,92\text{ g} \cong 4\text{ gramas}$

(3 pontos)

b)

O KCl, ao se dissociar, em solução, fornece $2 \times c$ partículas. OBS: esta é a parte essencial da resposta.

$\pi = 2 \times 0,035 \times 0,082 \times 330 = 1,89\text{ atm} \cong 2\text{ atm}$

(2 pontos)

Exemplo acima da média

A) Do gráfico, vemos que a [KCl] em mol/L necessário para se obter sabor "salgado", em os outros componentes i de 0,035 mol/L

$$V_{\text{sopa}} = 1,5 \text{ L}$$

$$\begin{array}{l} 0,035 \text{ mol} \text{ --- } 1 \text{ L} \\ x \text{ --- } 1,5 \text{ L} \\ x = 0,0525 \text{ mol} \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 \text{ mol} \text{ --- } 74,5 \\ 0,0525 \text{ mol} \text{ --- } y \\ y = 3,919 \text{ g KCl} \end{array}$$

Resp: Quantidade de aditivo na da à sopa é de 3,919 g KCl

B) Cálculo da pressão osmótica (π)

$$\pi = c \cdot R \cdot T$$

$$c = 0,035 \text{ mol/L} \times i = 0,035 \times 2 = 0,07 \text{ mol/L}$$

$$R = 0,082 \text{ Latm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$T = 57^\circ\text{C} + 273 = 330 \text{ K}$$

$$\pi = 0,07 \cdot 0,082 \cdot 330$$

$$\pi = 1,8942 \cdot 10^4$$

$$\pi = 1,8942 \text{ atm}$$

Resp: $\pi = 1,8942 \text{ atm}$

Exemplo abaixo da média

a.) 0,04 mol/L

$$1 \text{ L} \text{ --- } 0,04 \text{ mol}$$

$$1,5 \text{ --- } x$$

$$x = 1,5 \cdot 0,04 = 0,06 \text{ mol}$$

$$1 \text{ mol KCl} \text{ --- } 39 + 35,5 \text{ g}$$

$$0,06 \text{ --- } y \quad y = 74,5 \cdot 0,06 = 4,47 \text{ g}$$

Foram adicionados 4,47g de KCl.

b.) $c = 0,04 \text{ mol/L}$

$$R = 0,082$$

$$T = 330 \text{ K}$$

$$\pi = c \cdot R \cdot T$$

$$\pi = 0,04 \cdot 0,082 \cdot 330$$

$$\therefore \pi = 1,0824 \text{ atm}$$

Comentários

Trata-se de questão que avalia conhecimento de gráficos, de massa molar, de concentração em mol/L e de propriedades coligativas.

Embora a resolução seja muito fácil, já que se fornece até a equação necessária para a resolução do item **b**, grande parte dos candidatos não foi capaz de perceber que a concentração a ser usada era o dobro da do KCl, já que quando este se dissolve em água, se dissocia em íons. Note-se que no enunciado do item **b** está escrito “concentração de partículas” e, mesmo assim, a maioria dos candidatos não conseguiu perceber que deveria ser considerada a concentração total de íons.

A média geral observada (1,38) mostra que esta questão foi difícil. Pode-se dizer que o item **a** elevou a nota média da questão. Se fosse somente pelo item **b**, a nota seria muito mais baixa. A expectativa da banca era de que a questão representasse dificuldade média-alta.

Questão 9

A expressão “omega-3” ($\omega 3$) parece ter sido definitivamente incorporada ao vocabulário moderno. Ela se refere a ácidos orgânicos de cadeia longa encontrados em óleos de peixes marinhos. Já foi comprovado que estas substâncias protegem os esquimós da Groelândia contra doenças cardiovasculares. Surge daí o estímulo que hoje se faz para que as populações ocidentais incluam, pelo menos uma vez por semana, peixe no seu cardápio.

O ácido eicosapentaenóico, EPA, é um ácido graxo poli-insaturado do tipo $\omega 3$, podendo ser representado por $C_{20}:5\omega 3$. Esta fórmula indica que a molécula do mesmo possui 20 átomos de carbono e 5 duplas ligações, e que a primeira dupla ligação localiza-se no carbono 3 da cadeia (linear), enumerando-se a partir da extremidade oposta do radical carboxila.

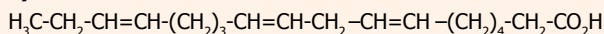
a) Represente uma fórmula estrutural possível do ácido graxo representado por $C_{18}:3\omega 3$.

Sabe-se que compostos orgânicos que contêm duplas ligações podem reagir com iodo, I_2 , adicionando-o às duplas ligações.

b) Quantos moles de I_2 reagem, por completo, com 5,56 g do ácido $C_{18}:3\omega 3$ do **item a**?

Resposta esperada

a)



(2 pontos)

b)

$$\text{Massa molar do ácido} = (18 \times 12 + 30 \times 1 + 2 \times 16) = 278 \text{ g / mol}$$

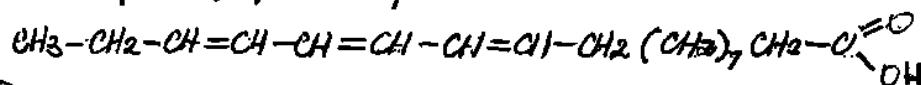
$$278 \text{ g} \rightarrow 3 \text{ mol de duplas}$$

$$5,56 \text{ g} \rightarrow x \text{ mol} \quad \} x = 0,06 \text{ mol de duplas, portanto, de } I_2$$

(3 pontos)

Exemplo acima da média

A) Uma fórmula possível para $C_{18}:3u_{3}$.



B) 1 mol de ácido $C_{18}:3u_{3}$ reage com 3 mols de I_2 (pois tem 3 duplas ligações)

A massa de 1 mol desse ácido é:

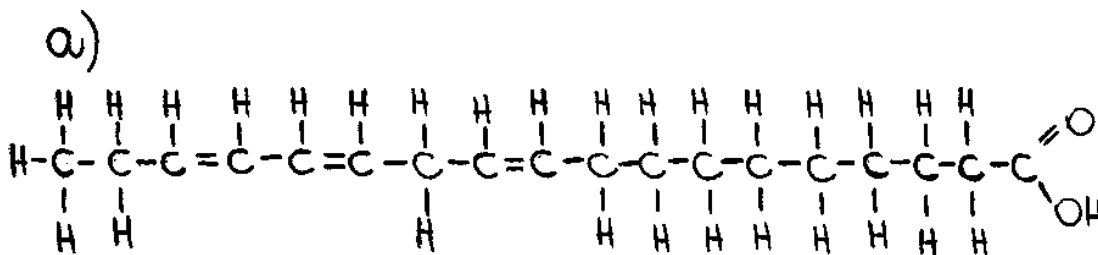
| |
|------------------------|
| 18 C = 18 · 12 = 216 g |
| 30 H = 30 · 1 = 30 g |
| 2 O = 2 · 16 = 32 g |
| 278 g |

1 mol ácido
x 278 g y x = 0,02 mol
 5,56 g

1 mol ácido = 3 mol de I_2 y = 0,02 · 3 = 0,06
0,02 = y

Resposta: 0,06 mol de I_2 reagem, por completo,
com 5,56 g de ácido $C_{18}:3u_{3}$.

Exemplo abaixo da média



Comentários

Também esta questão aparenta ser difícil, embora possa ser resolvida com poucos conhecimentos em Química e com uma boa leitura do enunciado.

Para resolver o item **a**, o candidato, após ler as instruções do enunciado, deveria construir a fórmula da molécula solicitada levando em conta a tetravalência do carbono e colocando uma carboxila numa das extremidades. Portanto, também deveria conhecer a função carboxila (ácido orgânico), o que é visto com muita freqüência na escola já que, além de estudar as funções orgânicas, os estudantes deparam muitas vezes com ácidos orgânicos como, por exemplo, ácido acético.

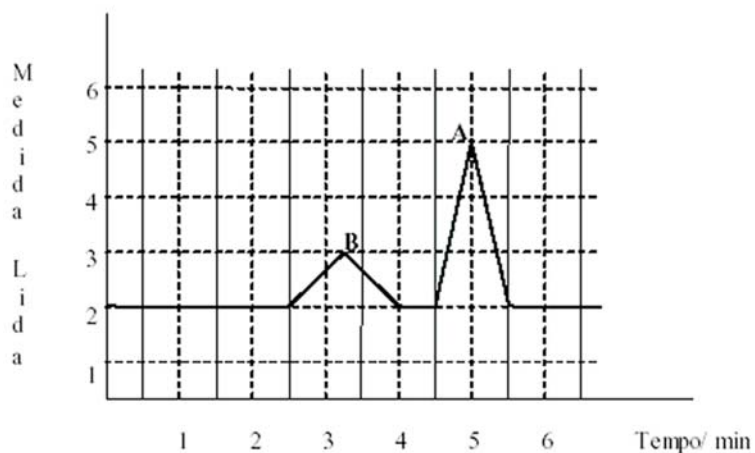
No item **b** pede-se um cálculo estequiométrico muito simples, relacionado com a adição de iodo a duplas ligações carbono-carbono. Aliás, esta informação da adição é fornecida no enunciado, o que facilita muito a resolução.

A expectativa da banca era de que os candidatos sentiriam dificuldade média perante esta questão, devido ao "preconceito" em relação a Química Orgânica. A média geral observada (2,21) confirma a previsão.

Questão 10

10,0 g de um fruto de uma pimenteira foram colocados em contato com 100 mL de acetona para extrair as substâncias capsaicina e di-hidrocapsaicina, dois dos compostos responsáveis pela pungência (sensação de quente) da pimenta. A mistura resultante foi filtrada e o líquido obtido teve seu volume reduzido a 5,0 mL, por aquecimento. Estes 5,0 mL foram diluídos a 50 mL pela adição de etanol anidro. Destes 50 mL, uma porção de 10 mL foi diluída a 25 mL. A análise desta última solução, num instrumento apropriado, forneceu o gráfico representado na figura. Observou-se que a concentração da capsaicina é metade da di-hidrocapsaicina.

- a) Qual a relação entre as concentrações da capsaicina, na solução de 5,0 mL e na solução final? Justifique.
- b) Identifique o "triângulo" que corresponde à capsaicina e o "triângulo" que corresponde à di-hidrocapsaicina. Mostre claramente como você fez esta correlação.



Resposta esperada

a)

De 5,0 a 50 mL a diluição obedeceu a um fator de 10.

Esta última solução foi diluída de 10 para 25 mL, portanto, houve um fator de 2,5. Assim, entre a concentração inicial e a final há uma relação de $10 \times 2,5 = 25$ vezes.

Ou

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad C_1 \times 5,0 = C_2 \times 50 \quad C_1 = C_2 \times 10$$

$$C_2 \times 10 = C_3 \times 25 \quad C_2 = C_3 \times 2,5$$

$$C_1 = C_3 \times 2,5 \times 10 = C_3 \times 25 \quad C_1/C_3 = 25$$

(2 pontos)

b)

A área do triângulo B é a metade da do triângulo A. Portanto:

B → Capsaicina

A → Di-hidrocapsaicina

(3 pontos)

Exemplo acima da média

a) Chamando de x o número inicial de mols de capsaicina, temos que a concentração inicialmente é $\frac{x}{5}$. Depois, ao adicionar-se etanol anidro a concentração passa a ser $\frac{x}{50}$. Nesta porção de 10 ml que se retira, tem-se:

$$\begin{aligned} x - 50 \text{ ml} &\rightarrow y = \frac{x}{5} \text{ mol} \\ y - 10 \text{ ml} &\end{aligned}$$

Diluindo-se a 25 ml

a concentração passa a ser $\frac{x}{125}$.

$$\frac{\text{concentração inicial}}{\text{concentração final}} = \frac{\frac{x}{5}}{\frac{x}{125}} = \frac{x}{5} \cdot \frac{125}{x} = 25$$

R.: 25

b) O triângulo B corresponde à capsaicina e o triângulo A a di-hidrocapsaicina. Pelo gráfico a área do triângulo B é 0,75 e a área do triângulo A é 1,5, ou seja, duas vezes a de B.

Exemplo abaixo da média

$$\textcircled{3} \frac{\text{Concentração Inicial}}{\text{Concentração Final}} = \frac{5/3 \text{ ml}}{1/3 \text{ ml}} = \frac{5 \cdot 3 \text{ ml}}{1 \text{ ml}} = 5$$

④ Triângulo B corresponde a capsaicina e o triângulo A a di-hidrocapsaicina.

Comentários

Nesta questão avalia-se, no item **a**, conhecimento de soluções de substâncias e de diluições. Este item, considerando-se o enunciado, é quase que apenas de resolução lógica, para um bom entendedor.

No item **b**, avalia-se a capacidade de relacionar, matematicamente, uma leitura de gráfico com uma informação fornecida no texto. A resolução, embora muito simples, exige atenção e uma certa dose de imaginação e de iniciativa para resolver problemas novos.

A banca considerou que ambos os itens apresentariam muita dificuldade aos candidatos. Portanto, havia a expectativa de uma média baixa, que se confirmou (média geral observada = 0,72).

Questão 11

Uma receita de biscoitinhos Petit Four de laranja leva os seguintes ingredientes:

| Ingrediente | Quantidade / gramas | Densidade aparente g / cm ³ |
|----------------------------|---------------------|--|
| Farinha de trigo | 360 | 0,65 |
| Carbonato ácido de amônio | 6 | 1,5 |
| Sal | 1 | 2,0 |
| Manteiga | 100 | 0,85 |
| Açúcar | 90 | 0,90 |
| Ovo | 100 (2 ovos) | 1,05 |
| Raspas de casca de laranja | 3 | 0,50 |

A densidade aparente da "massa" recém preparada e antes de ser assada é de 1,10 g / cm³. Entende-se por densidade aparente a relação entre a massa da "massa" ou do ingrediente, na "forma" em que se encontra, e o respectivo volume ocupado.

- a) Qual o volume ocupado pela "massa" recém preparada, correspondente a uma receita?
 b) Como se justifica o fato da densidade aparente da "massa" ser diferente da média ponderada das densidades aparentes dos constituintes?

Resposta esperada

a)
 massa total = 360 + 6 + 1 + 100 + 90 + 100 + 3 = 660 g
 $V = m / d \} V = 660 / 1,1 = 600 \text{ cm}^3$

(2 pontos)

b)
 Pela definição de densidade aparente vemos que a "massa" ocupa um certo volume, na "forma" em que se encontra. Depois de todos os ingredientes misturados, a "massa" estará em outra "forma". Os **espaços vazios entre as partículas** corresponderão a outro volume, pois os tamanhos e os formatos das partículas da massa serão diferentes, já que se formarão "soluções e misturas."

(3 pontos)

Exemplo acima da média

a) ~~erro~~
 densidade aparente: $\frac{\text{massa}}{\text{volume}}$

$$\text{densidade da "massa"} = 1,1 \text{ g/cm}^3 = \frac{m}{V} \quad (\text{massa da massa dos ingredientes}) + 600 \text{ g}$$

$$1,1 = \frac{660}{V} \quad \therefore [V = 600 \text{ cm}^3]$$

b) Justificase pela densidade de cada ingrediente depender do volume que ele ocupa, o que depende de sua forma. Ao misturar os ingredientes, os de tamanho menor se "ajustam" entre os de tamanho maior, preenchendo os vãos, então o volume final é menor que a soma dos volumes individuais, sendo assim, não posamos calcular como densidade final a média entre as densidades de cada ingrediente.

Exemplo abaixo da média

$$a) V = \frac{m}{d} = \frac{570}{1,10} = \underline{\underline{518,18 \text{ cm}^3}}$$

b-) Pois a densidade aparente depende do tamanho da forma, ja a média ponderada das densidades aparentes dos ingredientes não.

Comentários

Considerando um ambiente bem doméstico, esta questão examina se o candidato incorporou o significado de densidade, além de verificar a sua capacidade de "criar" modelos microscópicos simples e coerentes para explicar fenômenos macroscópicos.

A expectativa era de dificuldade média, considerando-se que este tipo de exercício é feito com certa frequência tanto na escola fundamental como no grau médio.

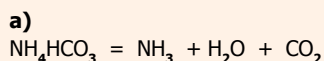
A média observada foi de 1,25, denotando dificuldade, o que constituiu uma surpresa.

Questão 12

Considerando a questão anterior, se o carbonato ácido de amônio (hidrogeno carbonato de amônio) se decompõe totalmente pela ação do calor formando amônia, água e gás carbônico, todos no estado gasoso:

- a) Escreva a equação química que representa esta reação.
 b) Determine o volume total de gases produzidos pela decomposição do carbonato ácido de amônio em um forno a 227 °C, à pressão ambiente de 1atm. Massa molar do carbonato ácido de amônio = 79 g / mol.

Resposta esperada



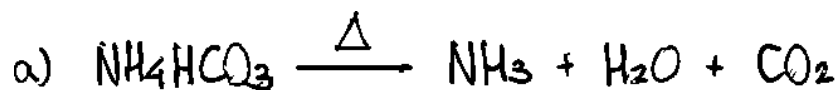
(2 pontos)

b)

$$PV = nRT \} V = 3 \times (6 / 79) \times 0,082 \times 500 = 9,3 \text{ litros}$$

(3 pontos)

Exemplo acima da média

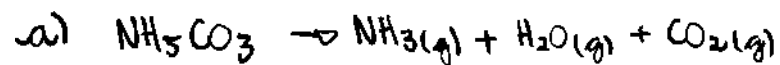


b) 6g Carbonato ácido de amônio $\cdot \frac{1 \text{ mol}}{79 \text{ g}} \approx 1/13 \text{ mols NH}_4\text{HCO}_3$

Logo, para $1/13 \text{ mols NH}_4\text{HCO}_3$ temos a produção de $3/13 \text{ mols}$ de gás, portanto o volume ocupado é dado por:

$$PV = nRT \Rightarrow V \cdot 1 = 3/13 \cdot 0,082 \cdot 500 \Rightarrow V \approx 9 \text{ L de gás e' produzido nessa decomposição}$$

Exemplo abaixo da média



$$\text{b) } T = 500\text{K} \quad p = 1\text{atm}$$

$$pV = nRT \Rightarrow 1 \cdot V = 1 \cdot 0,082 \cdot 500 \Rightarrow V = 41\text{L}$$

Comentários

Neste caso examina-se o conhecimento de fórmulas químicas de compostos inorgânicos que aparecem com frequência no dia-a-dia e a capacidade de relacioná-los numa equação química (item **a**). No item **b**, verifica-se o conhecimento de teoria dos gases, que deve ser relacionado com a equação do item **a**.

A expectativa era de que, aqui também, muita dificuldade fosse encontrada. O desempenho observado (média geral = 1,22) confirma esta previsão.