

VI OLIMPÍADA BAIANA DE QUÍMICA 2011

Data da prova: 30.07.2011

Data da publicação do gabarito: 01.09.2011

GABARITO QUESTÕES DISCURSIVAS

QUESTÃO 1 **Peso 2**

Uma vela de massa 34,5g é acesa e encoberta por um bequer. Após algum tempo a chama apaga. Após essa queima a massa da vela foi 33,8g. Considerando que a combustão é total e que a vela é formada apenas de $C_{30}H_{62}$, responda:

- (a) Qual a massa de dióxido de carbono, CO_2 , formada? (1 ponto)
- (b) Qual a massa do reagente limitante? (1 ponto)

Resposta:

(a) Para calcular a massa de um produto formado em uma reação química deve-se, inicialmente, escrever a equação estequiométrica que representa a reação. Neste caso tem-se:



Como a combustão é total, os produtos serão apenas CO_2 e H_2O .

Para calcular a massa de CO_2 formada deve-se, inicialmente, calcular as respectivas massas molares dos reagentes e do CO_2 :

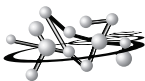
$$C_{30}H_{62} = (30 \times 12 \text{ g/mol}) + (62 \times 1 \text{ g/mol}) = 360 + 62 = 422 \text{ g/mol}$$

$$O_2 = 2 \times 16 \text{ g/mol} = 32 \text{ g/mol}$$

$$CO_2 = (1 \times 12 \text{ g/mol}) + (2 \times 16 \text{ g/mol}) = 12 + 32 = 44 \text{ g/mol}$$

A massa do reagente é determinada por diferença entre a massa inicial e final da vela, as quais são dadas na questão:

$$\text{Massa inicial da vela} = 34,5 \text{ g}$$



Massa final da vela = 33,8 g

Massa da vela que reagiu = 0,7g

Pela equação da reação pode-se observar que a proporção molar entre $C_{30}H_{62}$ e CO_2 é de 1:30, o que em termos de massa molar é 422g de $C_{30}H_{62}$: 30×44 g de CO_2 . Assim pode-se escrever a seguinte proporção:

$$\frac{422\text{g de } C_{30}H_{62}}{30 \times 44\text{g de } CO_2} = \frac{0,7\text{g de } C_{30}H_{62}}{m \text{ g de } CO_2}$$

$$m = 2,19 \text{ g de } CO_2$$

A massa de dióxido de carbono formada pela queima de 0,7g da vela é 2,19g.

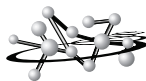
(b) Qual a massa do reagente limitante?

Reagente limitante é aquele que por estar presente em menor proporção será consumido totalmente, determinando o final da reação. Nesse caso, como o recipiente está coberto e a vela apaga, conclui-se que ocorre falta de oxigênio.

Portanto o oxigênio é o reagente limitante. Para calcular a massa desse reagente, utiliza-se da proporção entre os reagentes, apresentada na equação da reação, e faz-se o cálculo de modo semelhante ao item (a). Assim:

$$\frac{422\text{g de } C_{30}H_{62}}{45,5 \times 32\text{g de } O_2} = \frac{0,7\text{g de } C_{30}H_{62}}{m \text{ g de } O_2}$$

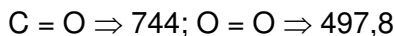
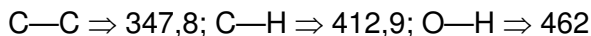
$$m = 2,4 \text{ g de } O_2$$



QUESTÃO 2 **Peso 1**

A partir dos valores de energia de ligação dados a seguir, calcule a quantidade de energia liberada na reação apresentada na questão 1.

Energias de ligação em kJ/mol:



Resposta:

A energia liberada numa reação química é decorrente da quebra e da formação de ligações. A quebra de ligações ocorre nos reagentes e esse processo requer fornecimento de energia. A formação de ligações ocorre nos produtos e esse processo acontece com liberação de energia. Assim, a energia total envolvida (liberada ou absorvida) numa reação pode ser calculada a partir da soma algébrica dos valores de energia fornecida para a quebra e daqueles liberados na formação das ligações. Por convenção, energia fornecida tem sinal positivo e, energia liberada, tem sinal negativo.

Para fazer esse cálculo, devem-se contar quantas ligações que são quebradas e multiplicar esse número pelos correspondentes valores de energia de ligação. Contam-se também quantas são as ligações formadas e multiplica-se pelos correspondentes valores.

Depois faz-se a soma algébrica e obtém-se assim a energia total envolvida (nesse caso, liberada) na reação.

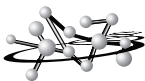
A equação da reação é:



No de ligações que são quebradas x valor da energia de ligação:

$$\text{C}_{30}\text{H}_{62} = \text{C—C} (29 \times 347,8 \text{ kJ}) + \text{C—H} (62 \times 412,29 \text{ kJ}) = 10.086,2 + 25.599,8$$

$$\text{O}_2 = \text{O} = \text{O} (45,5 \times 497,8 \text{ kJ}) = 22.649,9 \text{ kJ}$$



VALOR TOTAL DE ENERGIA FORNECIDA = +58.335,9 kJ/mol de $C_{30}H_{62}$

No de ligações que são formadas x valor da energia de ligação:

$$CO_2 = C = O \quad (60 \times 744 \text{ kJ}) = 44.640,0 \text{ kJ}$$

$$H_2O = O^{3/4}H \quad (62 \times 462 \text{ kJ}) = 28.644,0 \text{ kJ}$$

VALOR TOTAL DE ENERGIA LIBERADA = -73.284,0 kJ/mol de $C_{30}H_{62}$

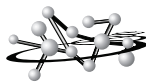
VALOR TOTAL DE ENERGIA ENVOLVIDA NA REAÇÃO = +58.335,9 - 73.284,0

ENERGIA TOTAL = -14.948,1 kJ / mol (ou 422 g) de $C_{30}H_{62}$

Como só reagiram 0,7 g de $C_{30}H_{62}$, tem-se que:

$$\frac{422 \text{ g de } C_{30}H_{62}}{14.941,8 \text{ kJ}} = \frac{0,7 \text{ g de } C_{30}H_{62}}{x \text{ kJ}}$$

x = 24,79 kJ foram liberadas na queima de 0,7 g de $C_{30}H_{62}$



QUESTÃO 3 **Peso 3**

Têm-se três soluções incolores, em recipientes distintos, que se encontram sem rótulo.

Sabe-se que uma delas é de íons cloreto (Cl^-), outra de íons hidróxido (OH^-) e outra de íons sulfato (SO_4^{2-}). Descreva como você faria para identificar cada recipiente, dispondo de soluções de íons prata (Ag^+), íons bário (Ba^{2+}) e íons magnésio (Mg^{2+}).

DADO: São fornecidos a seguir o produto da constante de solubilidade (K_s) para alguns compostos envolvendo esses íons. Considere como solúveis os compostos para os quais não são dados os K_s .

AgCl : $K_s = 1,8 \times 10^{-10}$; $\text{Ag}_2(\text{SO}_4)$: $K_s = 1,6 \times 10^{-5}$; $\text{Mg}(\text{OH})_2$: $K_s = 1,1 \times 10^{-11}$; BaSO_4 : $K_s = 1 \times 10^{-10}$

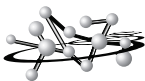
Resposta:

Na questão são apresentados os K_s para algumas substâncias. K_s representa o produto de solubilidade, $K_s = [\text{M}^+] [\text{X}^-]$, para um processo do tipo $\text{MX}(\text{s}) \longrightarrow \text{M}^+(\text{aq}) + \text{X}^-(\text{aq})$; quanto menor o valor de K_s menor a solubilidade do composto.

Para identificar cada solução deve-se considerar a solubilidade de cada substância formada pela combinação do ânion da solução e o cátion a ser adicionado, com base nos K_s apresentados. Nota-se que as substâncias mais insolúveis, ou seja, com menor valor de K_s , são: cloreto de prata, Ag^+Cl^- , hidróxido de magnésio, $\text{Mg}^{2+}\text{OH}^-$, e sulfato de bário, $\text{Ba}^{2+}\text{SO}_4^{2-}$.

Para identificar cada recipiente faz-se o seguinte:

1. Coloca-se uma amostra da solução de cada ânion em três tubos de ensaios distintos.
2. A cada um desses tubos adicionam-se gotas da solução de um dos cátions disponíveis.
3. Aquele que turvar primeiro, prova da formação de um sólido, é o mais insolúvel.
4. Identificado o primeiro ânion, repete-se o procedimento com o segundo cátion e, a seguir, com o terceiro. Assim identifica-se cada um dos ânions.



QUESTÃO 4 **Peso 3**

Tamanhos de átomos e de íons dependem das forças elétricas de atração e repulsão entre prótons e elétrons e das distâncias entre essas cargas. Com base nessa informação indique a ordem de tamanho para cada par de espécies a seguir e justifique sua resposta.

- a) Na e Na⁺
- b) F e F⁻
- c) F⁻, Na⁺ e O²⁻

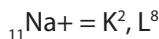
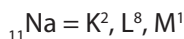
Resposta:

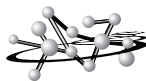
Os tamanhos de átomos, de cátions e ânions monoatômicos dependem das forças de atração entre prótons e elétrons, das forças de repulsão entre os elétrons e também da distância entre prótons e elétrons.

1. As forças atrativas podem ser avaliadas a partir da quantidade de prótons (carga nuclear) e de elétrons de valência. Esta força contribui para um menor tamanho, pois tende a aproximar os elétrons do núcleo.
2. As forças repulsivas estão relacionadas ao número de elétrons de valência. Quanto maior esse número de elétrons maior é a repulsão entre eles, o que contribui para aumentar o tamanho, pois os elétrons tendem a se afastar uns dos outros.
3. A distância entre prótons (carga nuclear) e elétrons de valência contribui de forma inversamente proporcional, ou seja, quanto maior a distância entre as cargas menor a atração entre elas. Esse fator pode ser avaliado pelo número de camadas que o átomo ou íon monoatômico apresenta: quanto maior o número de camadas maior é a distância entre o núcleo e os elétrons de valência.

a) Na > Na⁺

A partir das configurações eletrônicas das espécies pode-se avaliar a carga nuclear, o número de elétrons de valência e o nível onde estão esses elétrons:



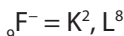
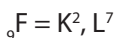


Gabarito Questões Discursivas

Pode-se verificar que o átomo de sódio (Na) tem uma camada a mais que o íon sódio (Na^+) o que já é suficiente para justificar o fato de Na ser maior que Na^+ .

b) $\text{F} < \text{F}^-$

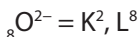
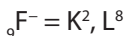
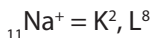
A distribuição eletrônica para cada espécie é:



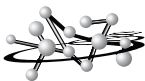
Nesse caso, os elétrons de valência estão no mesmo nível, portanto o fator distância não define o tamanho. Deve-se analisar a carga positiva (carga nuclear) e negativa (quantidade de elétrons de valência). Tanto o F quanto o F^- possuem o mesmo número de prótons, nove (9), porém o F^- possui um elétron a mais. Como os elétrons de valência de ambos (átomo F e íon F^-) estão no mesmo nível, a repulsão elétron-elétron será maior no F^- o que justifica o fato de o raio do ânion fluoreto ser maior que o do átomo de flúor.

c) $\text{Na}^+ < \text{F}^- < \text{O}^{2-}$

As respectivas distribuições eletrônicas das espécies são:



Como pode ser visto, todas as três espécies possuem o mesmo número de elétrons e o mesmo número de camadas, mas diferem no número de prótons. Como os três íons possuem o mesmo número de elétrons e estes elétrons estão no mesmo nível, as repulsões elétron-elétron são iguais para todos. Assim, o que vai determinar os tamanhos desses íons é a carga nuclear: quanto maior essa carga, mais forte é a atração próton-elétron e, portanto, menor será o raio. Como a carga nuclear aumenta na ordem $\text{Na}^+ > \text{F}^- > \text{O}^{2-}$ os raios variam na ordem $\text{Na}^+ < \text{F}^- < \text{O}^{2-}$.



QUESTÃO 5 **Peso 2**

Algumas soluções conduzem corrente elétrica e outras não. Dentre as que conduzem umas conduzem mais que outras. Para os quatro sistemas a seguir, compare as condutividades e justifique sua resposta. **ATENÇÃO:** despreze o efeito da diluição no sistema resultante da mistura do ácido com a base.

I) Água pura

II) Solução 0,1 mol/l de ácido etanóico (CH_3COOH)

III) Solução 0,1 mol/l de amônia (NH_3)

IV) Solução resultante da mistura de iguais quantidades do sistema II com o sistema III.

DADOS: CH_3COOH : $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$; NH_3 : $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$; Etanoato de amônio: solúvel em água.

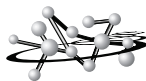
Resposta:

A corrente elétrica é resultado do movimento ordenado de partículas carregadas eletricamente. Para uma solução conduzir corrente elétrica é necessário que nela existam íons, pois estes, quando submetidos a uma diferença de potencial, movimentam-se em uma direção preferencial caracterizando a corrente elétrica. A condução da corrente em solução exige, portanto, a existência de íons e quanto maior for a concentração deles maior é a contribuição para a condução e maior é a força desse eletrólito.

A partir desse entendimento pode-se usar os dados apresentados na questão para avaliar a concentração de íons em cada caso e, portanto, a condutividade relativa.

Como as soluções são de mesma concentração (0,1 mol/l) a concentração de íons disponíveis para a condução dependerá do grau de dissociação que cada uma apresenta. Para uma equação do tipo $\text{AB} \longrightarrow \text{A}^+ + \text{B}^-$ a constante de dissociação é dada por:

$$K = \frac{[\text{A}^+][\text{B}^-]}{[\text{AB}]}$$



Gabarito Questões Discursivas

A partir de uma análise dessa equação, pode-se concluir que quanto menor o valor da constante K menor será a concentração de íons em solução e, portanto, menor será a condutividade elétrica.

Sabe-se que a constante de dissociação da água pura é $1,0 \times 10^{-14}$, portanto, dentre os quatro sistemas citados, a água apresentará menor condutividade elétrica.

As soluções de ácido etanóico e de amônia têm a mesma concentração ($0,1 \text{ mol/l}$) e o mesmo valor da constante de dissociação ($K = 1,8 \times 10^{-5}$), portanto, ambas apresentarão a mesma concentração de íons e também a mesma condutividade elétrica, porém maior que a da água ($1,8 \times 10^{-5} > 1,0 \times 10^{-14}$).

Ao se misturar a solução do ácido etanóico com a de amônia ocorrerá a reação de neutralização do H^+ pelo OH^- formando água e ficarão em solução os íons CH_3COO^- e NH_4^+ . Como é informado que o sal é solúvel em água estes íons estarão dissociados e a concentração de cada um é de $0,1 \text{ mol/l}$, desprezando o efeito de diluição proveniente da mistura das duas soluções. Esse valor de concentração ($0,1 \text{ mol/l}$) é muito maior que os das soluções originais ($1,8 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$) e, portanto, esse sistema será melhor condutor que os demais.