

**X OLIMPÍADA NORTE/NORDESTE DE QUÍMICA (2004)****QUESTÃO 1 – CORROSÃO, ATACANDO OS METAIS**

Uma reação de oxidação de especial importância econômica é a corrosão dos metais. Estima-se que ao redor de 20% de todo o ferro e aço produzidos, destinam-se à reposição ou recuperação de peças corroídas.

O ferro exposto ao ar úmido oxida-se, formando inicialmente ferro (II) e em seguida ferro (III), que está presente na conhecida “ferrugem”.

O alumínio é mais reativo que o ferro, no entanto, no caso deste metal a corrosão não se constitui um problema. Usamos papel de alumínio, cozinhamos com utensílios de alumínio e compramos bebidas em latas de alumínio e, mesmo depois de alguns anos, estes objetos continuam não corroídos.

Os objetos de prata perdem seu lustre em consequência da oxidação de sua superfície, pela ação do sulfeto de hidrogênio presente no ar, que leva à formação de uma película escura de sulfeto de prata sobre a superfície metálica. Pode-se empregar um polidor para eliminar a opacidade, mas, ao fazê-lo, perde-se também parte da prata. Um método alternativo para “limpar” a peça de prata consiste em empregar alumínio metálico para reduzir os íons prata a prata metálica. Para isto coloca-se a peça de prata em contato com papel de alumínio e se cobre com uma solução de bicarbonato de sódio.

- Escreva a equação química para a oxidação do ferro a ferro(II) na presença de ar úmido ( $O_2 + H_2O$ ).
- Por que, para os objetos de alumínio, a corrosão não se constitui um problema?
- Escreva as semi-reações de oxidação de cada um dos metais citados no texto acima. (No caso do ferro, considere a oxidação de  $Fe^0$  para  $Fe^{+2}$ )
- Dados os seguintes potenciais de redução: - 1,662V, - 0,440 e + 0,779, associe cada um deles a um dos metais do item anterior.
- Qual a função do bicarbonato de sódio no processo de recuperação das peças de prata por alumínio metálico?
- Escreva a equação da reação que ocorre entre os íons prata e o alumínio metálico.

**QUESTÃO 2 – DO ÁCIDO SALICÍLICO À ASPIRINA**

O ácido salicílico (ácido 2-hidroxibenzoico) foi isolado da raiz de salgueiro em 1860. Desde a antiguidade esta raiz é empregada para o tratamento da febre. Logo após seu isolamento este composto passou a ser usado na medicina como analgésico e antipirético, não obstante seu sabor amargo e sua ação irritante à mucosa do estômago, quando ingerido por via oral. Os químicos buscaram modificar sua estrutura com o fim de eliminar estas propriedades indesejáveis, conservando, porém, ou até intensificando, as propriedades desejáveis. A primeira modificação consistiu apenas em neutralizar o ácido, obtendo-se o composto “A”. Este composto foi usado pela primeira vez em 1875. Seu sabor era menos desagradável, no entanto, continuava a ser muito irritante para o estômago. Já em 1886, os químicos prepararam um novo derivado, o salol (composto “B”), éster fenílico do ácido salicílico. Este novo composto também tinha sabor menos desagradável, passava pelo estômago praticamente intacto, mas, no intestino sofria hidrólise produzindo ácido salicílico e um composto “C”, altamente tóxico. Finalmente preparou-se, em 1953, o ácido acetilsalicílico, produto resultante da acetilação do ácido salicílico. Este composto introduzido no mercado farmacêutico, com a denominação de Aspirina, em 1899, pela companhia alemã Bayer é ainda hoje, um dos medicamentos mais consumidos em todo o mundo.

- Escreva a estrutura do ácido salicílico e identifique os grupos funcionais nela presentes
- Por que o ácido salicílico é muito irritante para a mucosa do estômago?
- Escreva as estruturas e os nomes dos compostos “A”, “B” e “C”, citados no texto acima.
- Por que o composto “A” era tão irritante à mucosa quanto o ácido salicílico?
- Escreva a equação química da reação de obtenção da Aspirina a partir do ácido salicílico.

**QUESTÃO 3 – NITRATO UM POLUENTE DOS RECURSOS HÍDRICOS**

Em algumas áreas agrícolas as águas dos rios, das represas e até dos poços, apresentam altos teores de nitratos, muitas vezes acima dos limites de segurança para consumo humano, que vai desde 10 ppm para bebês até 45 ppm para adultos. Ao ser ingerido, o excesso de nitrato presente na água se reduz a nitrito causando a meta-hemoglobinemia, conhecida como síndrome do bebê azul. Esse problema também pode ocorrer com pequenos animais do campo que chegam a morrer após o consumo de água com excesso de nitratos. Os nitratos presentes na água podem ser provenientes do uso excessivo de fertilizantes agrícolas, bem como, da decomposição de dejetos orgânicos jogados excessivamente nos mananciais. Estes sais são muito solúveis e, portanto, difíceis de serem eliminados da água, a não ser por tratamentos de elevado custo. Assim, a solução para este problema está no respeito ao meio ambiente, neste caso, através do uso racional de fertilizantes e do controle na eliminação de dejetos.

Além de apresentar-se nas formas de nitrato e nitrito, o nitrogênio pode ainda apresentar-se, em recursos hídricos, como amônia, nitrogênio molecular ou nitrogênio orgânico.

- Escreva as estruturas de Lewis para os íons nitrato e nitrito.
- Determine as geometrias dos íons nitrato e nitrito.
- Uma amostra de água que contém 2 mg de nitrito em 100 mL está apropriada para o consumo humano? Justifique sua resposta, determinando o teor em ppm de nitrito nesta amostra.
- Em quais das formas citadas no texto acima, o nitrogênio se apresenta em seu maior estado de oxidação? E no menor?

**QUESTÃO 4 - ENERGIA NUCLEAR E BOMBA ATÔMICA**

Quase toda a energia que dispomos na Terra provém das reações termonucleares que ocorrem no Sol. Essas reações são chamadas termonucleares porque necessitam de temperaturas extremamente altas (da ordem de milhões de graus Celsius) para serem iniciadas. As altíssimas temperaturas e pressões encontradas no Sol fazem com que núcleos de átomos se fundam liberando enormes quantidades de energia. Acredita-se que a principal destas reações é a fusão de quatro núcleos de hidrogênio para formar um núcleo de outro elemento (“X”) e dois pósitrons. A fusão de apenas um grama de hidrogênio libera uma quantidade de energia equivalente à combustão de quase 20 toneladas de carbono.

Na bomba de hidrogênio ocorre uma reação similar: fusão de um núcleo de deutério com um de trítio, produzindo o mesmo núcleo “X”, citado acima, e mais uma partícula “Y”. Esta reação, no entanto, é precedida por uma outra onde se produz o trítio e o mesmo núcleo “X” a partir do bombardeio de um núcleo de lítio-6 com nêutrons (para a equação nuclear, considere 1 nêutron para cada núcleo de lítio-6).

Na bomba atômica que é produzida a partir de urânio enriquecido, a reação nuclear que ocorre é denominada de fissão. O enriquecimento de urânio se faz necessário porque o urânio natural contém mais de 99% de  $^{238}U$  e o isótopo fissionável, o  $^{235}U$ , constitui apenas 0,7% desse urânio natural. O processo de enriquecimento passa pela preparação do hexafluoreto de urânio, que é um composto volátil. A separação das moléculas de  $^{235}UF_6$  e  $^{238}UF_6$  baseia-se nas velocidades de efusão destas moléculas.

Embora o  $^{238}U$  não seja fissionável, o bombardeio desse isótopo com nêutrons forma  $^{239}U$  que se desintegra formando um novo elemento, o netúnio ( $^{239}Np$ ) que, por sua vez, também se desintegra rapidamente para dar um outro novo elemento, o plutônio ( $^{239}Pu$ ). Este último elemento é fissionável e, portanto, possível de ser utilizado na construção de uma bomba atômica. Em cada uma das duas desintegrações citadas, o núcleo emite uma partícula de carga -1 e massa zero.

- Qual a diferença entre os processos de fusão e de fissão nucleares? Qual deles é mais “limpo”?
- Escreva as equações correspondentes às seguintes reações nucleares, citadas no texto acima:
  - fusão de quatro núcleos de hidrogênio (que ocorre no sol)
  - fusão dos núcleos de deutério e trítio (que ocorre na bomba de hidrogênio)
  - bombardeio do lítio-6 com nêutron (que ocorre na bomba de hidrogênio)
  - transformação de  $^{238}U$  em  $^{239}Pu$ , passando pelo  $^{239}Np$ .
- Com base na lei de efusão de Graham, calcule a relação entre as velocidades de efusão dos gases  $^{235}UF_6$  e  $^{238}UF_6$ .
- O que significa a expressão urânio enriquecido?

**QUESTÃO 5 – CHUVA ÁCIDA**

O pH da chuva, quando o ar está limpo, é da ordem de 6,5. este pH ligeiramente ácido é consequência da presença de dióxido de carbono no ar, que faz da chuva uma solução diluída de um ácido muito fraco, o ácido carbônico.

Em algumas regiões, no entanto, a água da chuva pode se apresentar muito mais ácida e seu pH pode alcançar valores inferiores a 3,0. A chuva cujo pH é inferior a 5,6 é considerada uma chuva ácida. A acidez da chuva é provocada, na maioria das vezes, pela presença de poluentes no ar, especialmente óxidos de nitrogênio e enxofre, provenientes das chaminés das indústrias e das descargas dos automóveis. Algumas vezes, a acidez se deve à presença de poluentes naturais provenientes de erupções vulcânicas ou até mesmo de raios. Os vulcões emitem óxidos de enxofre e ácido sulfúrico e os raios produzem óxidos de nitrogênio e ácido nítrico.

A chuva ácida, decorrente da contaminação do ar, é um problema ambiental importante que deve ser enfrentado pois pode apresentar consideráveis danos sobre a vida vegetal e animal em nosso planeta.

- a) Por que o ácido carbônico é considerado um ácido fraco?
- b) E, dos ácidos citados no texto acima, quais são considerados ácidos fortes? Justifique sua resposta.
- c) Escreva as equações correspondentes à sequência de reações que levam à formação de ácido sulfúrico a partir de dióxido de enxofre, reagindo primeiro com oxigênio e em seguida com água.
- d) Desprezando a contribuição do ácido carbônico (ácido fraco), e considerando um rendimento de 100% nas reações do item (c), e ainda, que todo o ácido sulfúrico formado seja dissolvido na água da chuva, qual a massa de dióxido de enxofre necessária para que uma de chuva de 100 mm numa extensão de 50 quilômetros quadrados apresente um pH igual a 3?
- e) A chuva ácida provoca algum dano a monumentos e construções de mármore? Justifique sua resposta.

Para a resolução do item (d) considere que a chuva ocorre numa região onde o único poluente que contribui significativamente para acidez da chuva é o dióxido de enxofre.