

QUÍMICA



MÓDULO **4**
QUÍMICA AMBIENTAL

explicação

QUÍMICA

MÓDULO 4 QUÍMICA AMBIENTAL

CAPÍTULO 4.0 AMBIENTAL



QUÍMICA AMBIENTAL

Durante o século XX, o mundo experimentou um desenvolvimento industrial acentuado, cujo carro chefe foi, sem qualquer dúvida, a indústria química nos seus mais variados segmentos. Podemos citar como exemplos a exploração, o beneficiamento e a utilização intensiva de combustíveis fósseis, a produção de fertilizantes e de defensivos agrícolas, a fabricação de tintas e vernizes, a obtenção de medicamentos variados, bem como a de metais estruturais e de alimentos. Os processos químicos empregados nessas tarefas nem sempre foram os mais adequados, produzindo-se um maior ou menor descarte de materiais indesejáveis no ambiente.

As preocupações de cientistas e de autoridades governamentais com esses despejos industriais começaram a crescer quando surgiram os primeiros impactos sobre o ambiente, notadamente na poluição do ar que respiramos e da água que bebemos. A análise atual do problema ambiental revela uma grande complexidade, pois a sua solução dependerá, não apenas dos governos e dos estudiosos nesse domínio, mas, principalmente, do comportamento educacional assumido pelas indústrias, coletivamente, e por cada cidadão, individualmente.

Com perdão do “dejà vu”, o perigo é real e imediato.

Algumas providências importantes foram tomadas a partir no final século XX e continuam até o tempo presente. Podemos destacar aqui o compromisso de várias nações de revisar seus processos de produção industrial (não obstante a recusa dos EUA em alguns aspectos), substituindo aqueles que geram poluentes por outros mais econômicos e mais limpos. A qualidade do ar e da água passou a ser fiscalizada de perto, tanto pelos governos como pelas próprias indústrias e a sociedade. A chamada “Química Verde” nada mais é do que a preocupação em desenvolver processos físicos e químicos que economizem matérias primas (incentivo à reciclagem e ao reaproveitamento) e energia, privilegiando-se as reações onde, preferencialmente, não ocorram subprodutos ou que, se houver, que tenham um grau mínimo de poluição.

Outro ponto importante a considerar aqui é que a Terra realiza uma troca de energia com o resto do universo. Ela recebe a radiação solar nos seus diversos comprimentos de onda, absorve alguns deles, reflete uma parte e emite outros de volta. Essa troca envolve transformações importantes para a vida no planeta.

★ A ATMOSFERA TERRESTRE

A atmosfera terrestre é a camada gasosa, não uniforme, com aproximadamente 100 km de espessura (linha de Kármán), que envolve a superfície do planeta. Ela não é uniforme porque a concentração de gases e, conseqüentemente, a densidade, vai diminuindo com a altitude. A composição de toda a atmosfera revela que 99% é formada por apenas dois gases, nitrogênio e oxigênio. O 1% restante pode ser atribuído ao gás carbônico e aos gases nobres. Para efeito de estudos físico-químicos e geográficos, costuma-se dividir a atmosfera terrestre em quatro regiões:

(1) Troposfera; (2) Estratosfera; (3) Mesosfera e (4) Termosfera. A Troposfera é a camada gasosa inferior e mais densa, próxima da superfície, com aproximadamente 10 Km de espessura e contendo em torno de 80% da massa total da atmosfera. Nessa região, à medida que nos afastamos da superfície, a pressão cai exponencialmente de 760 mmHg para um valor próximo de 220 mmHg. A temperatura, por seu lado, tem uma queda quase linear, desde uma média de 290K até 230K. É essa a região onde vivemos.

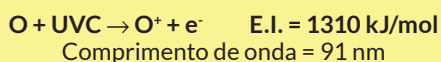
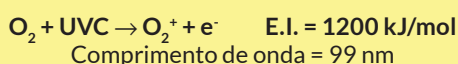
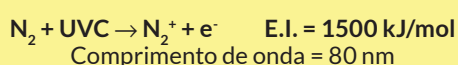
O limite imaginário da troposfera é conhecido como tropopausa. Assim, logo depois desse limite, vem a estratosfera, que atinge os 50 km de altitude. Essa parte da atmosfera também desperta um grande interesse para nós, pois é onde se localiza uma fina camada de gás ozônio que, como veremos adiante, desempenha um papel fundamental para proteger os seres vivos da radiação solar. As camadas mais externas e rarefeitas da atmosfera, são as mais expostas à radiação solar. Nelas, ocorrem processos físico-químicos importantes provocados pela luz ultravioleta, como discutiremos mais adiante.



★ FOTOIONIZAÇÃO E FOTO-DISSOCIAÇÃO DE MOLÉCULAS

Na chamada atmosfera superior, a mais de 90 km de altura, as poucas moléculas gasosas são bombardeadas com a luz solar e expostas às radiações ultravioleta do tipo C, cuja faixa de comprimentos de onda vai de 1 a 290 nanômetros. Quanto menor o comprimento de onda da radiação maior é a sua energia. Assim a radiação UVC tem energia suficiente para arrancar elétrons de moléculas e de átomos nessa região, como mostra a tabela seguinte, onde os valores E.I. correspondem às energias de ionização.

★ FOTOIONIZAÇÃO DE GASES E MOLÉCULAS NA ALTA ATMOSFERA. OS RAIOS UVC SÃO ABSORVIDOS EM GRANDE PARTE E NÃO CHEGAM À TERRA



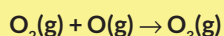
Outro processo importante nessa atmosfera superior é a fotodissociação da molécula do gás oxigênio. Para que uma ligação covalente seja quebrada pela radiação solar são necessários dois fatores: (1) a radiação deve ter energia suficiente e (2) a molécula deve ser capaz de absorver essa radiação. Pelo fato de apresentar uma ligação tripla, a molécula de nitrogênio é bem mais estável (Energia para quebrar a tripla ligação = 940 kJ/mol) do que a molécula do gás oxigênio (E.I. = 495 kJ/mol). Somente as moléculas do gás oxigênio cumprem os requisitos necessários mencionados acima, desde que o comprimento de onda da radiação UVC seja inferior a 240 nanômetros. Desse modo, o gás nitrogênio não se dissocia, e o fenômeno ocorre apenas com o gás oxigênio.



Nas grandes altitudes, na faixa de 400 km, apenas 1% do gás oxigênio existe na forma de moléculas. O teor de oxigênio molecular atinge 50% em torno de 130 km, e vai aumentando gradualmente com a diminuição da altitude. A análise da fotodissociação do O_2 , mostra claramente que numa extensa região há uma mistura do gás nas formas diatômica e monoatômica. E isso vai dar o que falar.

★ A CAMADA DE OZÔNIO

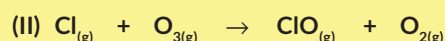
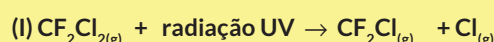
O gás ozônio (O_3) é capaz de absorver radiações ultravioleta na faixa 240-310 nanômetros. Essa faixa cobre parte da radiação UVC e praticamente toda UVB. Essa propriedade do gás, como se percebe, é de fundamental importância para a vida na Terra. Entre 30 e 90 km da superfície, átomos livres de oxigênio colidem com moléculas do gás:



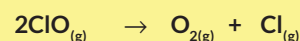
A formação de gás ozônio atinge um máximo a, aproximadamente, 50 km, na estratopausa, no limite da estratosfera. O ozônio formado tem vida curta e absorve energia para se dissociar nos gases O_2 e O . E tudo começa de novo e de novo.

★ DESTRUIÇÃO DA CAMADA DE OZÔNIO

Estudos desenvolvidos no final do século XX mostraram que um tipo de gás industrial de refrigeração, conhecido como Fréons, ou clorofluorcarbonos (CFC) tem a propriedade indesejável de catalisar a destruição da camada de ozônio, o que comprometeria fatalmente a vida na Terra, tal como a conhecemos. A radiação ultravioleta pode quebrar a ligação carbono-cloro nessas moléculas. Os átomos de cloro livres atacam as moléculas de ozônio e formam o radical hipoclorito e uma molécula de gás oxigênio:



Os radicais hipoclorito formados em (II) podem reagir entre si produzindo gás oxigênio e liberando mais cloro livre que dá continuidade ao processo de destruir o ozônio.



Quando se confirmou esse processo destrutivo, as autoridades governamentais de vários países proibiram de imediato a produção dos CFC, substituindo-os por outros gases refrigerantes que não tenham cloro, tais como os hidrofluorcarbonos (tipo CF_2H_2), embora sejam mais caros.

★ A CHUVA ÁCIDA

A queima de carvão e de óleos pesados é responsável por mais de 80% do dióxido de enxofre (SO_2) na atmosfera. Esse gás pode ser convertido facilmente no trióxido de enxofre (SO_3). Os dois gases (óxidos ácidos) misturados com os demais componentes da atmosfera, reagem com a água e a umidade para formar os ácidos sulfuroso e sulfúrico, respectivamente. A chuva ácida é a denominação dada às chuvas iniciais que carregam principalmente os dois ácidos citados. Convém anotar que alguns gases do nitrogênio são também óxidos ácidos e podem gerar os ácidos HNO_2 e HNO_3 . Em zonas industriais ou próximas, a acidez pode alcançar valores preocupantes sob vários aspectos.

O gás carbônico está sempre presente na atmosfera, independente das indústrias da região. Sendo um óxido ácido, ocorre nas chuvas, na forma de ácido carbônico, o que torna qualquer água de chuva levemente ácida (pH próximo de 5 unidades). Entretanto, por ser um ácido fraco, não cria grave problema ambiental.

★ MONÓXIDO DE CARBONO

Esse gás é formado principalmente na combustão incompleta de derivados do petróleo e do carvão. Embora o CO seja quase inerte quimicamente, sem agredir os vegetais e não reagir com a água e nem com minérios, o grave problema do gás está ligado à respiração das pessoas, porque a sua afinidade pelo ferro da hemoglobina é quase 200 vezes maior que a do gás oxigênio. Isso significa que mesmo pequenas quantidades de CO podem criar

sérias dificuldades no transporte de gás oxigênio para as células, com o risco significativo de morte.

★ SMOG FOTOQUÍMICO

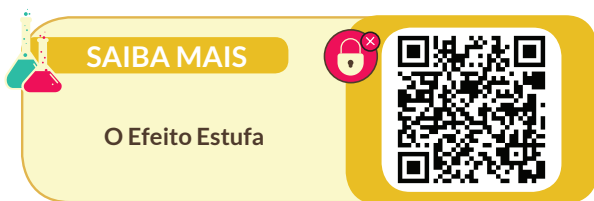
A palavra **smog** é uma contração inglesa para **smoke**(fumaça) e **fog**(neblina). O termo **fotoquímico**, creio que você já conhece.

As altas temperaturas no interior de motores de veículos permitem a reação de formação do gás monóxido de nitrogênio NO. Ao escapar para o ambiente reage facilmente com o oxigênio atmosférico para formar outro gás, o dióxido de nitrogênio NO₂. Exposto à luz comum, este gás experimenta uma foto-dissociação regenerando NO e liberando oxigênio atômico. Os átomos livres de oxigênio podem reagir com moléculas de oxigênio para formar o gás ozônio. Vimos há pouco que o ozônio é um escudo protetor do planeta. Isso é lá em cima. Quando está aqui, bem pertinho da gente, ele cria sérios problemas porque é um gás muito oxidante, bastante reativo e tóxico. A combinação da fumaça e vapor d'água emitidos pelos veículos com os hidrocarbonetos não queimados e os gases NO₂ e O₃ formam uma neblina característica e perigosa. Isso é o smog. Não "smaug".

★ O EFEITO ESTUFA

Ao finalizar esse estudo simplificado sobre a atmosfera terrestre, não podemos esquecer dos papéis do gás carbônico e do vapor d'água. Os dois compostos absorvem boa parte da radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre. Essa absorção ajuda a manter o clima do planeta. O vapor d'água tem um papel importante durante a noite pois retém a radiação emitida pela superfície num período em que a Terra não está recebendo energia. Isso explica por que as noites no deserto são muito frias e os dias são muito quentes (não há vapor suficiente para absorver ou refletir a radiação infravermelha). O gás carbônico, por seu lado, tem preocupado bastante as autoridades, porque, a cada dia, quantidades cada vez maiores são despejadas na atmosfera. Muitos cientistas acreditam que esse fato tem provocado uma elevação na temperatura média do planeta e, como consequência, teríamos uma série de problemas climáticos e ambientais no futuro. É essa absorção da radiação infravermelha realizada pelo gás carbônico e pelo vapor d'água, que se convencionou chamar de **efeito estufa**.

Abra a figura codificada a seguir e assista um vídeo sobre o efeito estufa, produzido pelo Centro de Pesquisas Aeroespaciais.



★ A HIDROSFERA

A hidrosfera é o conjunto de toda a água presente na superfície da Terra. Os oceanos, os rios e os lagos respondem por aproximadamente 70% dessa superfície. A água pode ainda ser encontrada em lençóis subterrâneos (mais de 90% de toda água doce) e, na fase sólida, nas geleiras e nas calotas polares. Estima-se que somente os oceanos respondem por quase 97% do toda a água do planeta. O quadro abaixo é explicativo. E preocupante!

Como a água está distribuída em nosso Planeta	Percentuais em massa de água
Oceanos e mares	97,2%
Calotas polares e geleiras	2,1%
Água doce (rios, lagos e lençóis subterrâneos)	0,6%
Água salobra	0,1%

★ ÁGUA DO MAR

A água do mar tem uma salinidade média de 35, isto é, cada 1 kg de água salgada contém uma média de 35 gramas de sais dissolvidos. Os sais são uma mistura complexa de vários componentes com destaque para o cloreto de sódio. Na solução há várias outras espécies como brometos, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos, borato e fluoretos, de magnésio, potássio, cálcio, estrôncio, etc. Não obstante essa diversidade de componentes, apenas três substâncias são viáveis economicamente quando a água do mar é processada nas indústrias: o sal de cozinha, o bromo elementar e o magnésio metálico.

Chama muito atenção no quadro acima a nossa pequena disponibilidade da chamada "água doce". Ela é essencial à vida, seja como bebida (após tratamento nas ETA), na limpeza pessoal e geral, bem como na agricultura e na indústria de alimentos e de fármacos. O setor agrícola é responsável pela utilização de quase 70% da água doce utilizada. Em segundo lugar vem a área industrial, com 21%. O percentual restante é usado para fins domésticos.



Nesse ciclo, a água do mar evapora e condensa formando as nuvens. Essas nuvens precipitam principalmente no mar. A parte que cai em terra pode seguir para os rios e mares, bem como se infiltrar no solo para alimentar lençóis freáticos e nascentes de rios. Nessa infiltração no solo, a água pode dissolver um pouco de substâncias e arrastar outras até chegar nos pontos de captação para a ETA. Na Estação de Tratamento ela é submetida a processos físicos de eliminação de insolúveis e o devido tratamento químico para destruir eventuais germes patogênicos. A água potável deve ser límpida, inodora e de sabor "sui generis".

Quando a água se destina à produção de vapor nas indústrias, deve sofrer o tratamento adequado para eliminar a sua "dureza". Esse termo significa que a água contém bicarbonato e carbonato de cálcio (e de magnésio e ferro, em quantidades ainda menores) que podem depositar durante o funcionamento da caldeira, diminuindo o rendimento de vapor, e propiciando um grave risco de explosão. Esse tratamento será mostrado posteriormente.

Algumas substâncias são pouco solúveis na água. O gás oxigênio, por exemplo, alcança uma concentração máxima de apenas 9 ppm, em temperatura ambiente. Mesmo nessa pequena quantidade, ele é essencial para a vida aquática. No trabalho de degradação realizado pelas bactérias aeróbicas, o gás dissolvido é usado na oxidação do carbono, do hidrogênio e do enxofre. Esse processo é conhecido como biodegradação aeróbica. Quando a quantidade de orgânicos biodegradáveis é elevada, há o risco de que a oxidação venha consumir muito de oxigênio, o que compromete a vida dos peixes e de outras espécies. Um

caso importante a notificar é o despejo em rios de resíduos de fertilizantes, como íons de fosfato e de amônio. Essas espécies promovem o crescimento acelerado de vegetais, de modo que a parte que fica na superfície dificulta a fotossíntese das que se encontram abaixo. Com isso, a degradação aeróbica deste material submerso exige o consumo de oxigênio dissolvido e pode provocar a mortandade de peixes. O fenômeno é conhecido como eutrofização. Na ausência de oxigênio entram em ação as bactérias anaeróbicas e provocam a redução (não mais a oxidação) daqueles elementos, com a liberação de gás metano e gás sulfídrico, entre outros.

A DBO (demanda bioquímica de oxigênio) de uma água indica a qualidade dessa água com respeito à poluição. A grandeza é definida como a quantidade de gás oxigênio (mg) necessária para oxidar a matéria orgânica contida em 1 litro dessa água. Na prática, um certo volume de água é saturado com ar (21% de O_2) durante meia hora, e após um tempo de cinco dias, mede-se o oxigênio residual e realiza-se o cálculo para 1 litro da água.

★ O LIXO URBANO

Lixo é nome dado a todo material descartado para o ambiente. Isso não significa dizer que todo esse material seja completamente sem uso. Observando a natureza dos componentes presentes, é possível perceber claramente que alguns têm condições de reutilização, outros de serem reciclados e uma boa parte, desde que tratada tecnologicamente pode ser usada como adubo na produção de alimentos. Assim, aquelas pessoas que definem lixo como tudo aquilo que não presta mais, devem rever os seus conceitos.



É interessante anotar que quanto maior a renda per capita e a população de uma região, maior é a quantidade média de resíduos descartados no ambiente. No Brasil, temos uma geração média de lixo de 500 a 750 gramas por habitante, nas cidades pequenas, até 20.000 pessoas. Essa variação cresce para 800-1300 gramas em cidades com mais de 200000 pessoas.

O aumento de descarte de resíduos sólidos apresenta vários problemas: custos de transporte de coleta e tratamento do material, (in)disponibilidade de áreas próximas para o destino final, além do consumo cada vez maior de matérias primas, água e energia.

Devemos lembrar que o descarte mais comum ainda é realizado em céu aberto, nos tristes e vergonhosos lixões. Essa prática conduz ao perigo de contaminação de lençóis freáticos e a uma série de doenças provocadas pela presença de roedores e de outros animais, ao lado de pessoas desfavorecidas, que buscam restos de alimentos e qualquer outra coisa que acreditam ser útil para elas.


A forma mais comum de classificação do lixo é de acordo com a sua origem: domiciliar, comercial, público, de serviços de saúde, industrial, agrícola e entulho (construção civil). A classificação do lixo permite entender com clareza a importância de se implantar nas cidades uma rigorosa coleta seletiva. Os distintos materiais teriam um aproveitamento racional, seja na compostagem de material orgânico, seja na recuperação de metais, vidro, papel e papelão secos, além de alguns tipos de plásticos. Essa racionalidade proporcionaria a economia de água, energia e matérias-primas, bem como a geração empregos e do gás do lixo, gerado nos aterros sanitários.

Um documento bem interessante sobre o lixo urbano foi divulgado há poucos anos pelo Ministério do Meio Ambiente. Veja a seguir. Talvez a leitura fique mais agradável se o documento estiver na tela do computador.

SAIBA MAIS  

O lixo urbano

REVISÃO NA PLATAFORMA

AULAS 04  

4. QUÍMICA AMBIENTAL

APOSTILAS: 1 resumo + 20 questões

EXERCÍCIOS ONLINE: 30 questões

CAIU NO ENEM: 27 questões

CAIU NA CONSULTEC + STRIX: 21 questões

QUESTÕES ORIENTADAS

QUESTÃO 01

Analisar as seguintes questões e, se necessário, consultar o professor.

- A** A formação de átomos de oxigênio livres na alta atmosfera pode ser explicada pelo processo de ionização ou de dissociação do O_2 ?
- B** Por que na atmosfera superior não há nitrogênio atômico?

Explique suas respostas por meio de equações químicas e variações de energia consultando o texto.

QUESTÃO 02

Qual o gás responsável pela captura de boa parte da radiação UVC e de toda a radiação UVB que ocorre na alta atmosfera? Discutir em sala, usando equações químicas, como ocorre o fenômeno.

QUESTÃO 03

Ao analisar a composição e as propriedades da atmosfera terrestre, um estudante fez as seguintes afirmativas:

- I. A densidade do ar é independente da altitude.
- II. A massa molecular média do ar diminui com a altitude.
- III. Na estratosfera os percentuais em mols de O_2 e N_2 são iguais.
- IV. O gás ozônio se forma pela colisão de átomos livres de oxigênio com as moléculas desse gás.

Discutir em grupo cada afirmativa e indicar verdadeira ou falsa para cada uma delas.

QUESTÃO 04

Recomendamos fazer a leitura em grupo do documento do ministério do meio ambiente sobre o lixo urbano. Procure discutir sobre o significado de Lixão, Aterro Sanitário, Compostagem e Incineração. Na discussão, compreenda bem o significado dos 3 Rs: Redução, Reaproveitamento e Reciclagem. Finalmente, discuta o R de Responsabilidade.

QUESTÃO 05

Diferenciar os termos:

1. Água dura.
2. Água potável.
3. Água poluída.
4. Água salobra.
5. Água destilada.
6. Água de cristalização.
7. Água pesada.

QUESTÃO 06

Discutir em sala sobre a questão do lixo doméstico, abordando os tipos de tratamento e os custos relacionados.

E sobre o lixo hospitalar?