

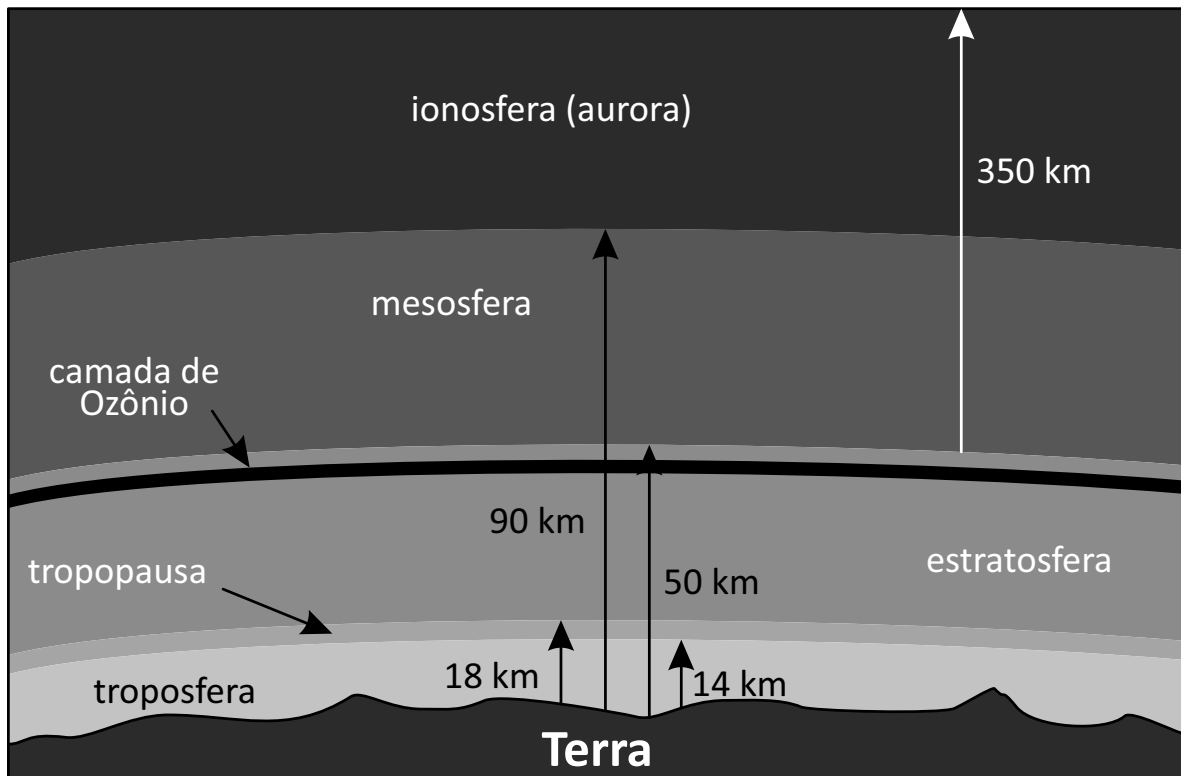
CAMADA DE OZÔNIO

FORMAÇÃO

A camada de ozônio é produto da vida presente no nosso planeta. Como na atmosfera primitiva não existia oxigênio, a radiação ultravioleta atingia a Terra sem ultrapassar nenhuma barreira de defesa. A radiação ultravioleta é extremamente lesiva à vida. Os organismos surgiram originalmente na água, que conferia certa proteção. Em algum momento da evolução, surgiram os autotróficos, que, com a quebra da molécula de água, acrescentaram o gás oxigênio à atmosfera.

Há 2,5 bilhões de anos, após o surgimento dos primeiros seres fotossintetizantes (autotróficos), a concentração de gás oxigênio, praticamente inexistente até então, aumentou progressivamente até atingir a porcentagem atual, em torno de 21%.

Uma das consequências da presença de gás oxigênio na atmosfera terrestre foi a formação de uma camada de gás ozônio (O_3) na estratosfera, entre 12 e 50 km de altitude. Esse gás, formado a partir do gás oxigênio (O_2), impede a passagem da maior parte da radiação ultravioleta proveniente do sol, que teria efeito letal sobre os seres vivos, principalmente UV-B e UV-C.



RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

Comprimento de onda	Onda	Frequência
	Infravermelho	
$7,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$		$4,0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
Luz visível	Vermelho	Luz visível
	Alaranjado	
	Amarelo	
	Verde	
	Azul	
	Anil	
	Violeta	
$4,0 \cdot 10^{-7} \text{ m}$		$7,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
	Ultravioleta	

A radiação ultravioleta tem comprimento de onda menor que o do violeta visível. O sol emite grande quantidade de radiação ultravioleta. De acordo com o comprimento de onda, a radiação ultravioleta é dividida em 3 faixas:

- Ultravioleta longo (UV-A), de comprimento de onda variando entre 4.10^{-7} m e 3.10^{-7} m, que é a menos energética e está associada ao bronzeamento, pois estimula os melanócitos presentes na camada basal (camada mais interna da epiderme) na produção de um pigmento chamado melanina, responsável pelo escurecimento da pele. A radiação infravermelho não é capaz de causar o mesmo efeito de bronzeamento, uma vez que não apresenta frequência necessária para estimular a produção do pigmento.
- Ultravioleta longo (UV-B), de comprimento de onda variando entre 3.10^{-7} m e 2.10^{-7} m, é mais energética que a anterior, sendo a que provoca a vermelhidão da pele.
- Ultravioleta longo (UV-C), de comprimento de onda variando entre 2.10^{-7} m a 4.10^{-9} m, é altamente energética, sendo em grande parte absorvida, na atmosfera superior, pela camada de ozônio que envolve a terra.

Para absorver a radiação ultravioleta que incide em nossos corpos durante os banhos de sol, existe o filtro solar. O fator de proteção solar (FPS) é dado pela seguinte relação:

$$\text{FPS} = \frac{\text{tempo de exposição mínima para a produção de vermelhidão na pele protegida}}{\text{tempo de exposição mínima para a produção de vermelhidão na pele desprotegida}}$$

Utilizando corretamente um protetor solar de FPS iguala 20, uma pessoa poderá se expor ao Sol por um tempo 20 vezes maior do que aquele durante o qual poderia ficar sem a devida proteção.

DIFERENÇA ENTRE PROTETOR SOLAR FÍSICO E QUÍMICO

O protetor físico é composto por minerais como óxido de zinco e de titânio. Esses são ideais para crianças, pessoas alérgicas e grávidas. A principal diferença para o químico é o processo de proteção da pele. Ou seja, o filtro solar físico não reage com a pele e sim faz uma cobertura. Portanto, ele não é absorvido na pele, e sim refletido.

No caso do protetor químico, para obter a proteção necessária ele pode possuir até sete substâncias químicas para manter um fator de proteção solar alto. O químico reage com a pele, absorve o raio solar e essa absorção faz com que a pele não seja agredida por conta dessa reação química dos produtos utilizados nos protetores.

DESTRUIÇÃO DA CAMADA DE OZÔNIO

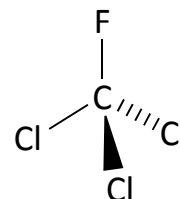
Infelizmente o homem vem produzindo substâncias que destroem a camada de ozônio, tornando-a fina, em alguns lugares do mundo, principalmente sobre as regiões próximas ao Polo Sul e Polo Norte. Das substâncias prejudiciais se encontram:

- Gases clorofluorcarbonos (CFCs);
- Óxidos nítrico e nitroso – expelidos por veículos;
- Brometo de etila.

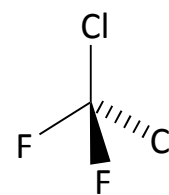
1. CFC S

Os CFCs (gás freon) são usados como propelentes em aerossóis, como isolantes em equipamentos de refrigeração e na produção de materiais plásticos.

CFC (clorofluorcarbono) – freons

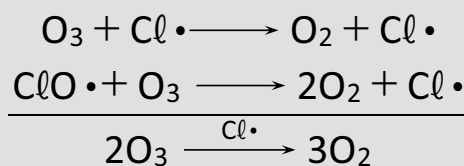


Triclorofluormetano
FREON - 11



Diclorofluormetano
FREON - 12

Depois de liberados no ar demoram cerca de oito anos para chegar à estratosfera que, atingidos pela radiação ultravioleta se desintegram e liberam radical cloro (átomo de cloro instável e altamente reativo devido a presença de um elétron desemparelhado). O radical cloro reage com o ozônio, que logo depois é transformado em oxigênio (O_2). Porém, o oxigênio não tem a capacidade de proteção como o ozônio. Cada átomo de cloro proveniente do CFC pode destruir 100 mil moléculas de oxigênio, uma vez que o átomo de cloro (radical cloro) é regenerado na 2ª etapa do processo, sendo classificado como catalisador da reação.



Quando os CFCs começaram a ser utilizados, houve um marco na história da indústria, e supostamente, achavam que eles não interagiam com outras substâncias, ou seja, eram inertes. Mas, na década de 80, descobriu-se que ele era inerte apenas na superfície, e ao chegar na alta atmosfera, tinha um efeito devastador. A partir desse momento, diversos estudos foram feitos com base nos satélites e descobriu-se que os efeitos eram imediatos e as consequências gravíssimas para o planeta terra.

No Brasil, a camada de ozônio ainda não chegou a perder nem 5% do seu tamanho original, pois a produção de CFCs sempre foi muito baixa, diferentemente dos países da Europa, os maiores produtores. Os EUA, Europa, norte da China e Japão, já perderam 6% da proteção do ozônio. Desde 1 de janeiro de 2010, foi proibida a produção dos CFCs no mundo.

PROTOCOLO DE MONTREAL

O Protocolo de Montreal (Canadá) sobre substâncias que empobrecem a camada de ozônio é um tratado internacional, de 1987, em que os países signatários comprometem-se em reduzir em até 85% as emissões de CFC até 2007.

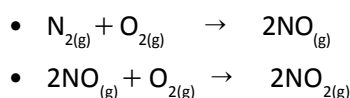
ALTERNATIVAS PARA O CFC

O hidroclorofluorcarbono (HCFC) foi desenvolvido como alternativa de mercado para substituir o uso dos CFCs. Com composição mais branda, apresenta menor potencial de destruição da Camada de Ozônio, e, por isso, seu uso foi ampliado. Ele é usado como fluido para extintores de incêndio, na fabricação de embalagens térmicas, em limpeza de circuitos, entre outros. Apesar de ser menos nocivo à Camada de Ozônio, pesquisas recentes demonstraram que a substância contribui para o aquecimento global. Assim, a eliminação do uso do HCFC deve ocorrer até 2040.

Uma mistura de gases, a BIP, sigla para: Butano/isoButano/Propano, vem sendo muito utilizada nos aerossóis, uma vez que não reagem com o ozônio. Mas como são hidrocarbonetos derivados do petróleo, a tendência é que sejam substituídos a longo prazo.

2. ÓXIDOS DE NITRÔGENO

Os óxidos de nitrogênio $\text{NO}_{(g)}$ e $\text{NO}_{2(g)}$ também podem causar a destruição do O_3 atmosférico. Eles atuam como catalisadores da reação de decomposição do O_3 . Esses óxidos sempre existiram naturalmente, devido a erupções vulcânicas ou a reações que ocorrem pela ação dos raios solares durante as tempestades:



O problema é que a quantidade desses óxidos na atmosfera aumentou muito nas últimas décadas em razão da queima de combustíveis fósseis ou da atividade dos jatos, que voam a 10 km de altitude e dos aviões supersônicos, que voam a 16 km de altitude, e liberam esses óxidos diretamente na estratosfera.

3. BROMETO DE METILA

O brometo de metila ($\text{Br} - \text{CH}_3$) é um agrotóxico gasoso utilizado como desinfetante de solos para cultivos e exterminador de pragas (insetos, fungos, bactérias e ervas daninhas). O produto é extremamente tóxico e prejudicial à saúde. Também pode atuar destruindo o ozônio atmosférico.

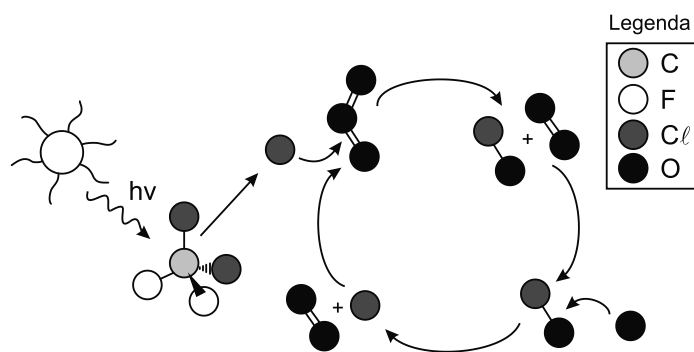
OZÔNIO NO TRATAMENTO DA ÁGUA

O ozônio é uma substância empregada em filtros purificadores de água. Sua propriedade oxidante garante a ação contra os micro-organismos.

- O ozônio é um poderoso oxidante (1,5 vezes mais forte do que o cloro);
- É mais rápido do que o cloro na inativação de bactérias;
- não produz toxinas;
- Decompõe-se em oxigênio.

EXERCÍCIOS

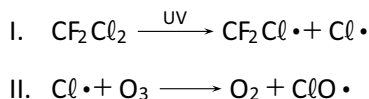
01| ENEM A liberação dos gases clorofluorcarbonos (CFCs) na atmosfera pode provocar depleção de ozônio (O_3) na estratosfera. O ozônio estratosférico é responsável por absorver parte da radiação ultravioleta emitida pelo Sol, a qual é nociva aos seres vivos. Esse processo, na camada de ozônio, é ilustrado simplificada na figura.



Quimicamente, a destruição do ozônio na atmosfera por gases CFCs é decorrência da

- A** clivagem da molécula de ozônio pelos CFCs para produzir espécies radiculares.
- B** produção de oxigênio molecular a partir de ozônio, catalisada por átomos de cloro.
- C** oxidação do monóxido de cloro por átomos de oxigênio para produzir átomos de cloro.
- D** reação direta entre os CFCs e o ozônio para produzir oxigênio molecular e monóxido de cloro.
- E** reação de substituição de um dos átomos de oxigênio na molécula de ozônio por átomos de cloro.

02| ENEM O rótulo de um desodorante aerossol informa ao consumidor que o produto possui em sua composição os gases isobutano, butano e propano, dentre outras substâncias. Além dessa informação, o rótulo traz, ainda, a inscrição "Não tem CFC". As reações a seguir, que ocorrem na estratosfera, justificam a não utilização de CFC (clorofluorcarbono ou Freon) nesse desodorante:



A preocupação com as possíveis ameaças à camada de ozônio (O_3) baseia-se na sua principal função: proteger a matéria viva na Terra dos efeitos prejudiciais dos raios solares ultravioleta. A absorção da radiação ultravioleta pelo ozônio estratosférico é intensa o suficiente para eliminar boa parte da fração de ultravioleta que é prejudicial à vida.

A finalidade da utilização dos gases isobutano, butano e propano neste aerossol é

- A** substituir o CFC, pois não reagem com o ozônio, servindo como gases propelentes em aerossóis.
- B** servir como propelentes, pois, como são muito reativos, capturam o Freon existente livre na atmosfera, impedindo a destruição do ozônio.

- C** reagir com o ar, pois se decompõem espontaneamente em dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O), que não atacam o ozônio.
- D** impedir a destruição do ozônio pelo CFC, pois os hidrocarbonetos gasosos reagem com a radiação UV, liberando hidrogênio (H₂), que reage com o oxigênio do ar (O₂), formando água (H₂O).
- E** destruir o CFC, pois reagem com a radiação UV, liberando carbono (C), que reage com o oxigênio do ar (O₂), formando dióxido de carbono (CO₂), que é inofensivo para a camada de ozônio.

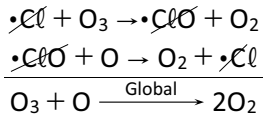
03| O tratamento de água para o consumo humano envolve, dentre as várias etapas, uma na qual é utilizado um oxidante forte para destruir matéria orgânica presente na água. O oxidante mais utilizado para esse processo é o cloro. A substância que pode substituir o cloro, como oxidante, é a seguinte:

- A** SO₃
- B** SO₂
- C** NO₂
- D** O₃
- E** N₃⁻

GABARITO

01| B

Quimicamente, a destruição do ozônio na atmosfera por gases CFCs é decorrência da produção de oxigênio molecular a partir de ozônio, catalisada por átomos de cloro.



02| A

A finalidade da utilização dos gases isobutano, butano e propano (moléculas apolares e pouco reativas) neste aerossol é substituir o CFC, pois não reagem com o ozônio, servindo como gases propelentes em aerossóis.

03| D