



# Reações fotoquímicas na atmosfera

## Interação entre a radiação solar e a atmosfera

A energia solar interage com as partículas da atmosfera provocando vários efeitos:

### Térmicos:

Aumento da **energia cinética** das partículas.

### Químicos:

**Ionizações;**

**Dissociações** de moléculas / criação de **radicais livres**.



## Fotoionização

### foto + ionização

luz + criação de iões

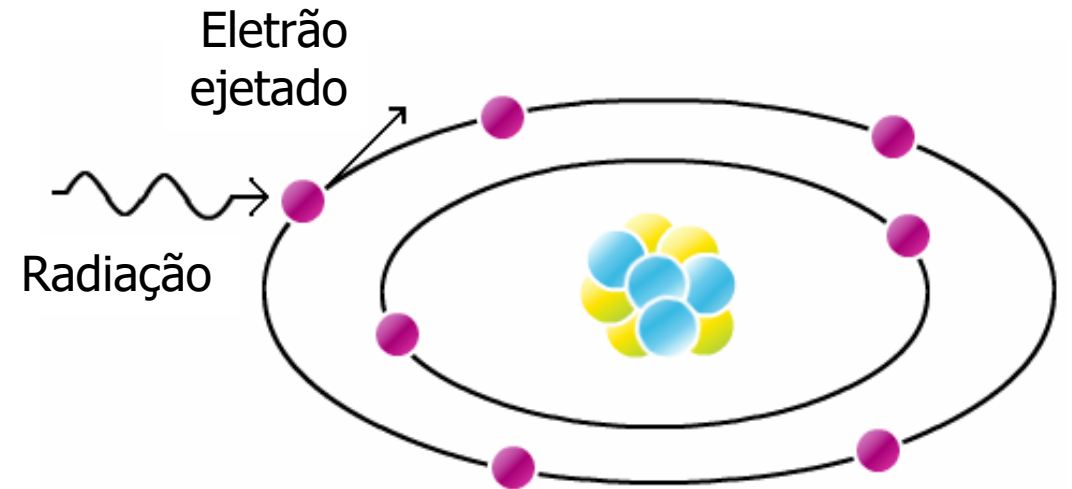
A fotoionização é um processo de **ionização provocado pela luz**.



É a luz que disponibiliza a energia necessária para que este processo ocorra.

**São processos endoenergéticos.**

**As fotoionizações necessitam de radiação mais energética que as fotodissociações.**

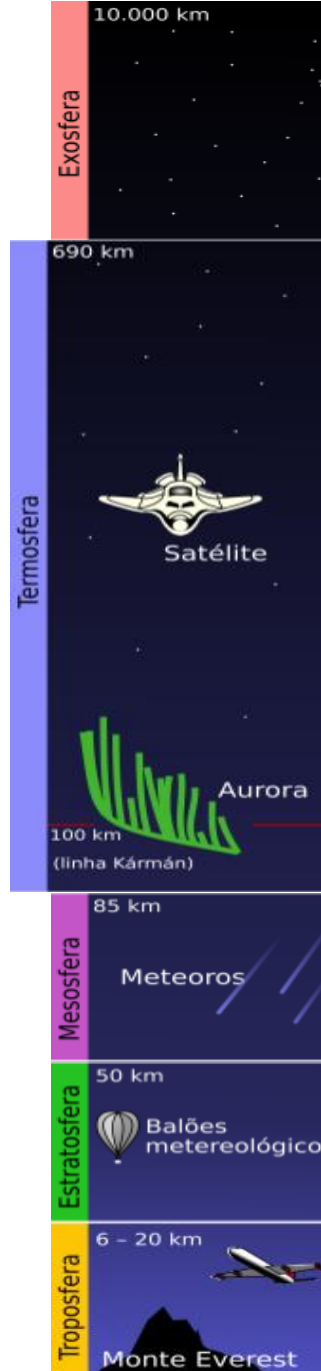
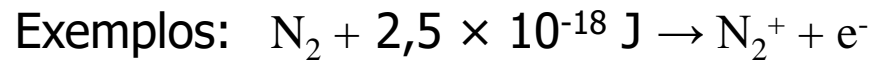


## Fotoionização

A energia das radiações solares é absorvida e resulta na **ionização** da partícula que a absorveu, perdendo um elétron.

Este tipo de reação é mais **frequente na termosfera** do que nas camadas mais baixas da atmosfera.

Este tipo de interação acontece com radiações de energia superior a  $9,9 \times 10^{-19}$  J.



## Fotodissociação

**foto + dissociação**

luz + separação

A fotodissociação é um processo de **dissociação provocado pela luz**.

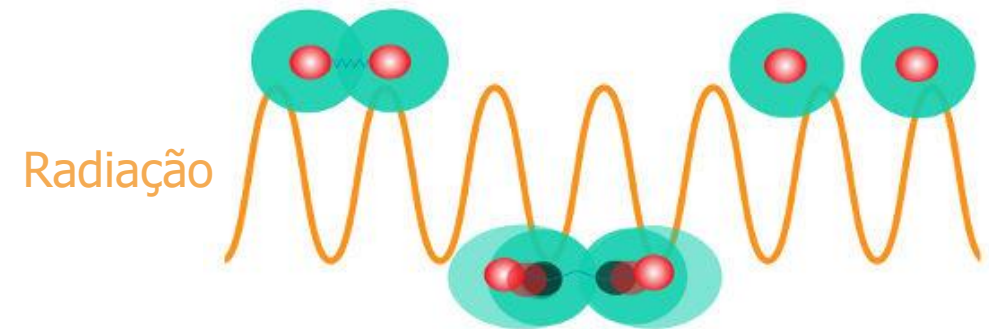


É a luz que disponibiliza a energia necessária para que este processo ocorra.

**São processos endoenergéticos.**

Moléculas mais estáveis têm maiores energias de ligação pelo que é necessário luz mais energética para provocar a fotodissociação.

**Necessitam de radiação menos energética que as fotoionizações.**



# Fotodissociação

## Radicais livres

Os radicais livres **são o produto da dissociação de moléculas**, em resultado da quebra de ligações.

São partículas **muito reativas** devido a terem pelo menos um **eletrão desemparelhado**.

Representação de radicais livres:



A energia necessária para que ocorra a dissociação de uma partícula é a **energia de dissociação** dessa partícula.

Esta energia, na atmosfera, pode ser absorvida através de **radiação UV**.

# Fotodissociação

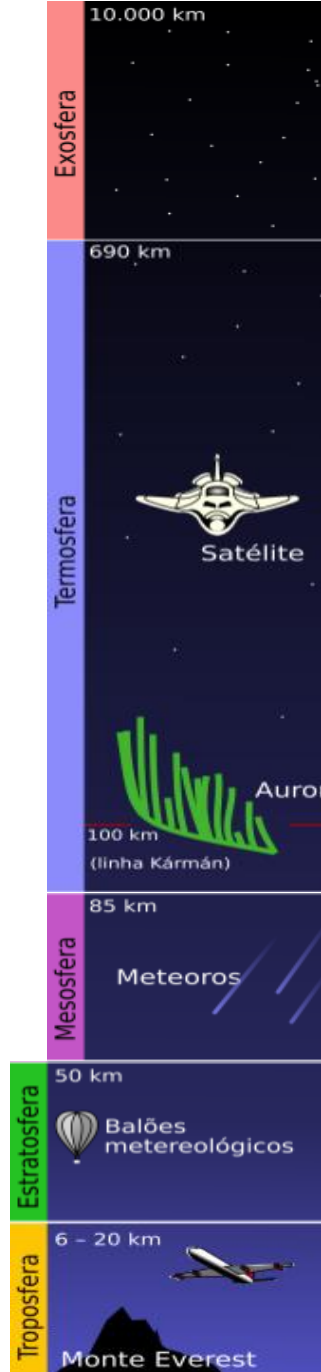
## Radicais livres

Se for absorvida uma maior quantidade de energia do que a energia de dissociação dessa partícula, a restante é transformada em **energia cinética**, aumentando a **temperatura** da partícula.

Estas reações de dissociação ocorrem na **parte superior da troposfera e na estratosfera**.

O radical livre mais abundante na troposfera é o  $\text{OH}\cdot$ , originado a partir de  $\text{H}\cdot$  e  $\text{O}\cdot$ .

Os radicais livres estão associados a processo de **envelhecimento e degradação das células**.

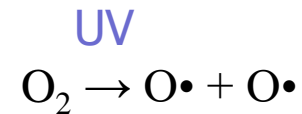


# Fotodissociação

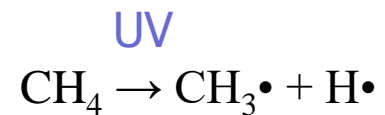
## Radicais livres

### Formação de radicais livres na atmosfera

No caso da dissociação da molécula de oxigénio, para que a quebra das ligações ocorra é necessário que a molécula absorva  $8,3 \times 10^{-19}$  J de energia:



Formação do radical livre H•:





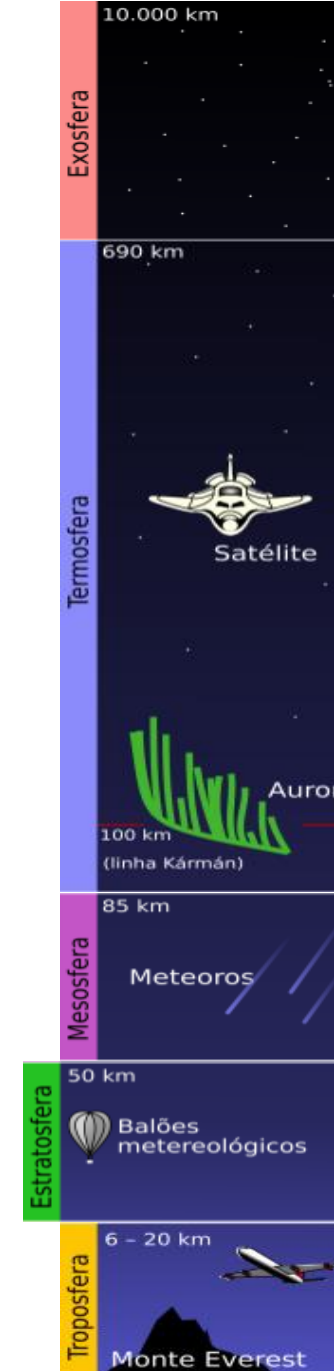
## Camada de ozono

A maior parte do ozono (80%) está na **estratosfera**, entre os 15 e os 50 km de altitude.

O ozono é o responsável pela absorção das radiações entre  $6,6 \times 10^{-19}$  J e  $9,9 \times 10^{-19}$  J, funcionando como um **filtro solar**.

Deixa passar as radiação visíveis e IV filtrando as UV-B.

O ozono existente **na troposfera é considerado poluente** (e por isso chamado *mau ozono*). Tem um cheiro característico que é possível sentir após trovoadas.



## Camada de ozono

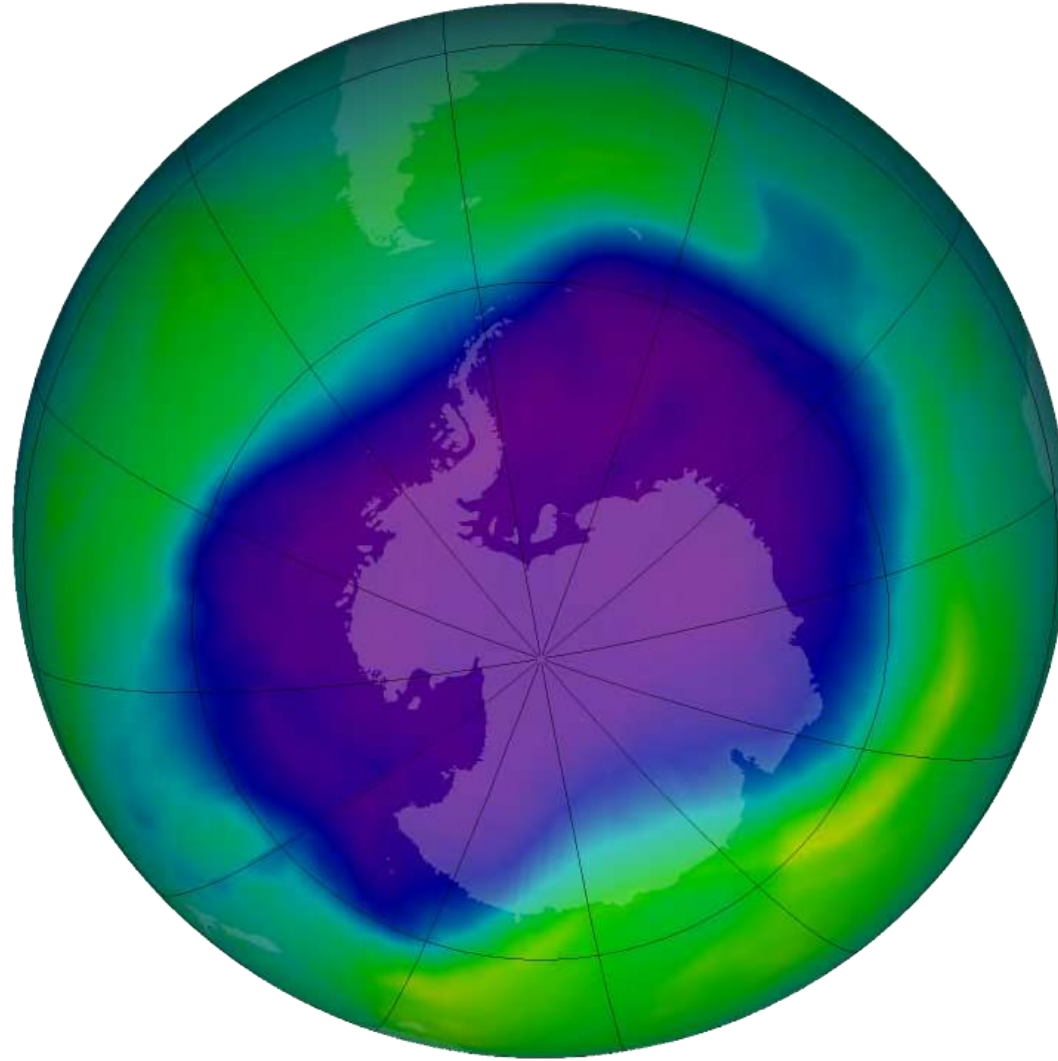
**A velocidade de formação do ozono deverá ser igual à velocidade de decomposição do ozono.**

### **Estado estacionário!**

Se houver alteração de um destes mecanismos (formação e decomposição) há alteração da concentração de ozono na atmosfera.

## Camada de ozono

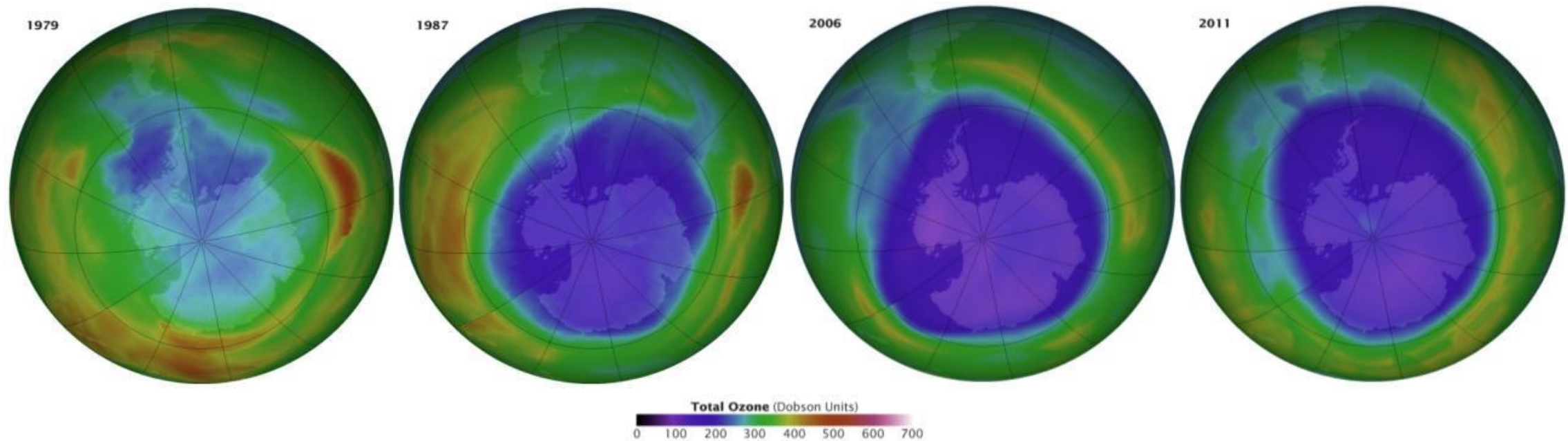
### Buraco do ozono



[Crédito: en.wikipedia.org]

## Camada de ozono

### Aumento do buraco do ozono



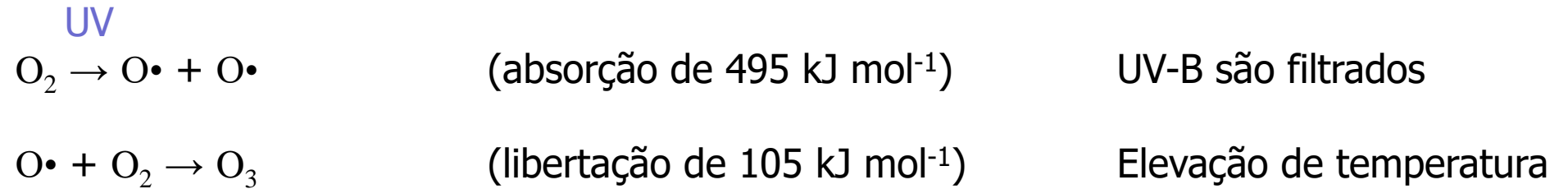
Unidade Dobson: número de moléculas de ozono necessário para criar uma camada de ozono puro com 0,01 mm de espessura (0 °C, 1 atm) ( $2,687 \times 10^{16}$  moléculas  $\text{cm}^{-2}$ ).

A concentração média de ozono é de 300 unidades Dobson (corresponde a uma camada de ozono com 3 mm).

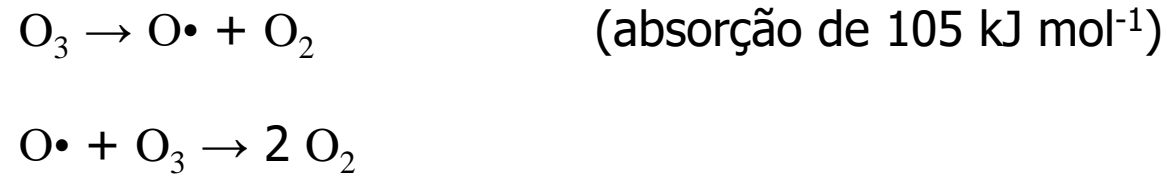
[Crédito: earthobservatory.nasa.gov]

## Camada de ozono

### Mecanismo de formação do ozono



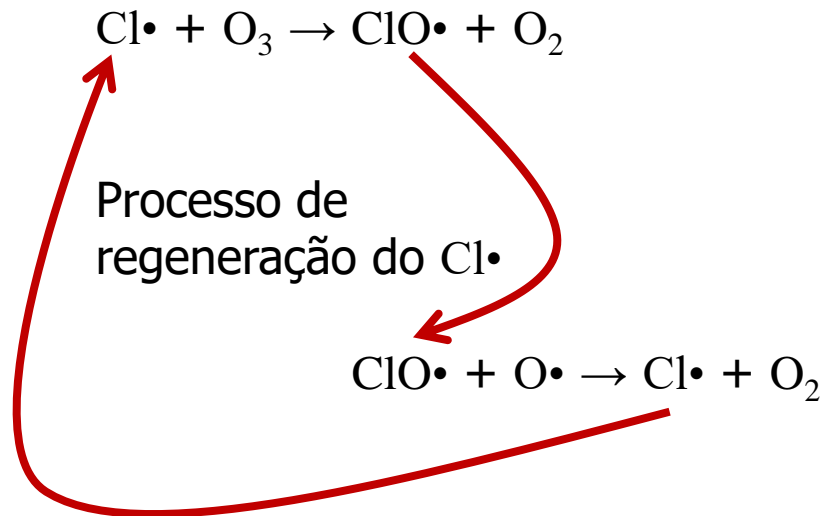
### Mecanismo de decomposição do ozono



## Camada de ozono

### Aumento do buraco do ozono

O que provoca o buraco do ozono?



(diminuindo a concentração de ozono)

Consequência: **um átomo de Cl pode dissociar milhares de  $\text{O}_3$ .**

## Camada de ozono

### Buraco do ozono

De onde vêm os Cl•?

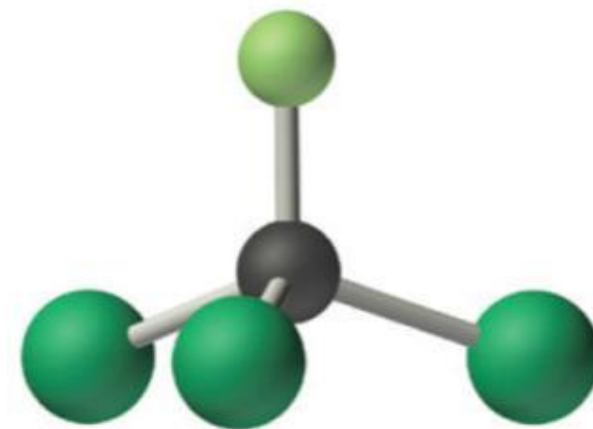
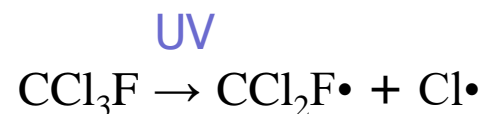
**Clorofluorcarbonetos (CFC / freons)**! (principalmente)

Foram propostos para substituir o amoníaco (NH<sub>3</sub>).

São gases (temperatura ambiente), não corrosivos, não inflamáveis, não tóxicos.

Usados em: *sprays*, refrigeração, limpeza...

São muito estáveis e por isso chegam à estratosfera onde:

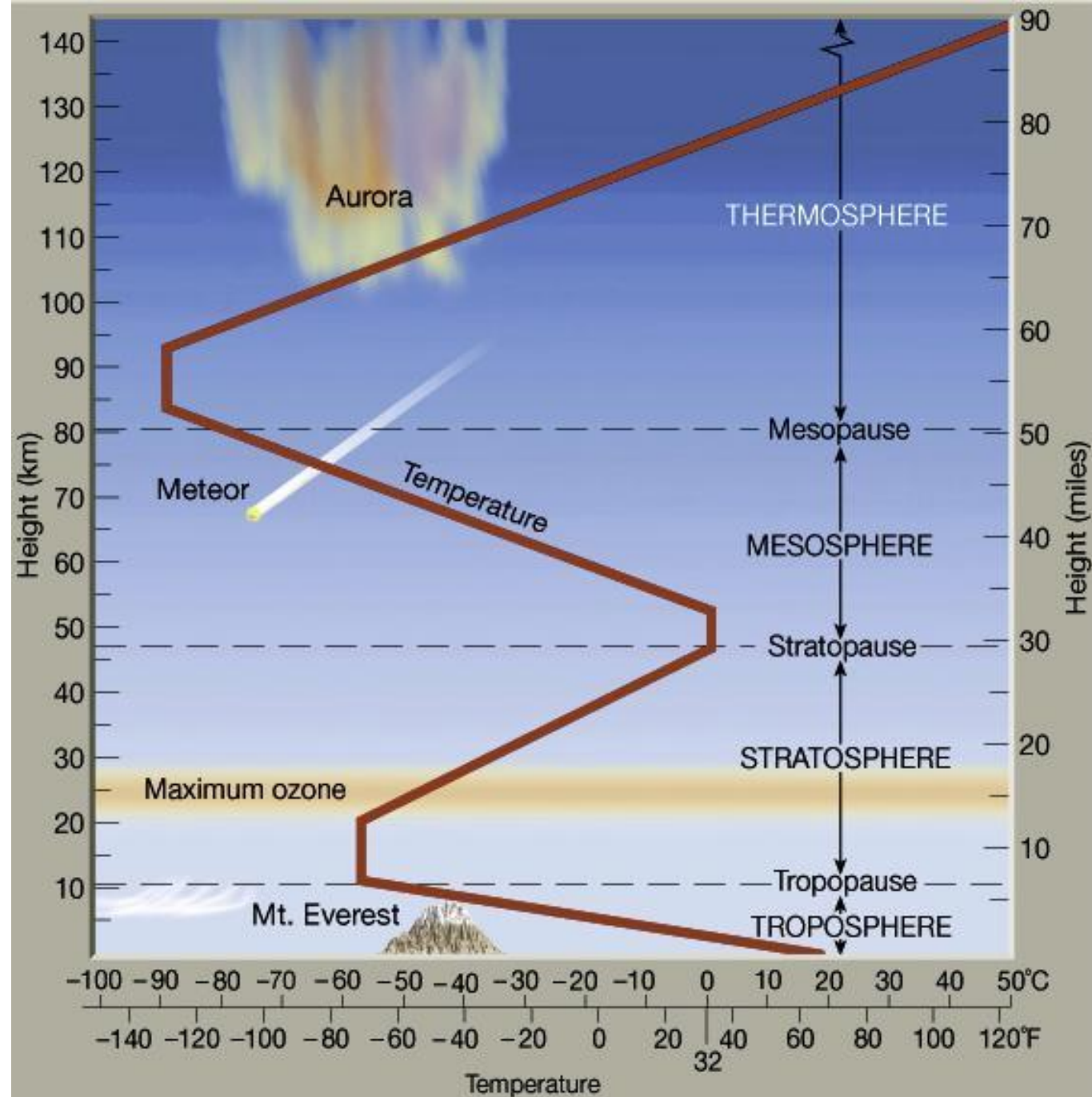


## A atmosfera como filtro solar

As radiações de maior energia são absorvidas na termosfera, originando **ionizações**, **dissociações** e o **aumento da temperatura** das partículas.

Para as camadas mais baixas da atmosfera apenas passam as radiações de menor energia.

**As camadas da atmosfera funcionam como um filtro para as radiações mais energéticas.**





## Filtros solares

Os filtros solares existentes nos protetores têm:

**Filtros químicos** (moléculas que absorvem UV-A e UV-B);

Exemplo de molécula: benzofenona.

**Filtros físicos** (partículas que refletem a radiação).

Exemplo de moléculas: óxido de zinco; dióxido de titânio.

O índice de proteção solar/fator de proteção solar (FPS) indica quanto tempo mais a pele suporta o Sol sem danos.

Os óculos são **filtros óticos**.



---

## **Bibliografia**

- D. Reger, S. Goode, E. Mercer, "Química: Princípios e Aplicações", Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2010.
- J. Paiva, A. J. Ferreira, C. Fiolhais, "Novo 10Q", Texto Editores, Lisboa, 2015.
- J. Paiva, A. J. Ferreira, G. Ventura, M. Fiolhais, C. Fiolhais, "10Q", Texto Editores, Lisboa, 2007.
- M. C. Dantas, M. D. Ramalho, "Jogo de Partículas A", Texto Editores, Lisboa, 2007.