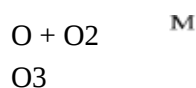


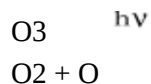
EL OZONO: GENESIS Y DESTRUCCIÓN.

- Fue descubierto en 1787 al realizar descargas eléctricas en atmósfera de oxígeno. Poco después se identificó su presencia en el aire y se caracterizó como una forma alotrópica del oxígeno.
- A nivel de la superficie terrestre se considera un importante contaminante por sus efectos altamente dañinos sobre animales y plantas (es uno de los oxidantes más energéticos conocidos). Mortal en concentraciones que no sobrepasan las 15 ppm, aun en pequeñas exposiciones.
- El ozono alcanza su máxima concentración a alturas entre 15 y 30 km, donde no se considera un contaminante, sino un constituyente imprescindible de la atmósfera para el mantenimiento de la vida sobre el planeta.
- **Formación y destrucción del ozono.** Se forma en la estratosfera mediante un mecanismo que comprende dos etapas:



Este último proceso necesita de la presencia de cualquier molécula (M) necesaria para que se pueda disipar la energía liberada en el proceso.

La descomposición fotoquímica del ozono se produce por el hecho de que el ozono puede absorber todas las radiaciones comprendidas entre 240 y 310 nm produciendo la reacción:

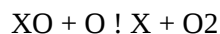
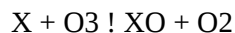


Siendo justamente esta capacidad la que confiere al ozono su papel fundamental en la atmósfera ya que impide que lleguen a la superficie de la tierra radiaciones altamente energéticas que serían muy perjudiciales.

Esta forma de destrucción del ozono no es la única, por desgracia existen otros mecanismos de desaparición del ozono, en general catalizados por alguna partícula:

Con átomos de oxígeno, $O_3 + O \rightarrow 2 O_2$ esta reacción implica una doble pérdida, por un lado una molécula de ozono y por otro un átomo de oxígeno, que es un precursor necesario para la obtención del ozono.

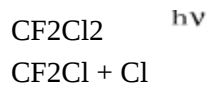
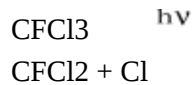
Con otra especie X, según el proceso:



en el que como se observa el balance global es: $O_3 + O \rightarrow 2 O_2$, ósea, la destrucción de una molécula de ozono y un átomo de oxígeno, regenerándose, como se puede observar en las reacciones, la especie X que puede seguir catalizando más destrucciones. La especie X puede ser Cl, Br, NO, CO.

- Efecto de los clorofluorocarbonos (CFC) en la destrucción del ozono. El CFC es un compuesto altamente estable, no inflamable e inofensivo, que se ha empleado ampliamente en la industria justamente por esas cualidades. En 1974 los trabajos de M. Molina y S. Rowland publicados en la revista Nature alertaron sobre el peligro que los CFC suponían sobre la capa de ozono.

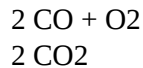
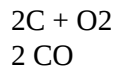
Los freones (CFC), por su gran estabilidad pueden alcanzar las capas altas de la atmósfera, cosa que no ocurre con otros contaminantes porque son destruidos previamente por radicales, en dichas capas altas pueden sufrir un proceso de destrucción catalizado por la luz ultravioleta a 200 nm según las ecuaciones:



Y estos átomos de cloro libre son los que catalizan la descomposición del ozono, con el agravante que, como se vio anteriormente, estos átomos de cloro no desaparecen sino que se regeneran en cada proceso lo que implica que un solo átomo de cloro puede producir la destrucción de un gran número de moléculas de ozono.

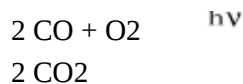
OXIDOS DE CARBONO. EFECTO INVERNADERO.

- El monóxido de carbono CO es el contaminante del aire más abundante a nivel del suelo. Es un gas venenoso incoloro, inodoro e insípido menos pesado que el aire.
- La producción natural del CO supera con mucho a la antropogénica (debida a la actividad del hombre). Las fuentes naturales de producción del CO son sobretodo erupciones volcánicas, oxidación del metano por radicales libres y la acción de algunos tipos de algas. Las fuentes antropogénicas de producción del CO son, fundamentalmente, las combustiones incompletas en los motores.
- La combustión del carbono se produce en dos etapas:

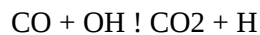


la primera reacción es diez veces más rápida que la segunda, por lo que si no hay suficiente oxígeno puede llevar a la producción de una gran cantidad de CO.

- Qué ocurre con el CO en la atmósfera. Puede seguir diferentes caminos:
- Puede reaccionar con el oxígeno, reacción que es catalizada por la luz solar



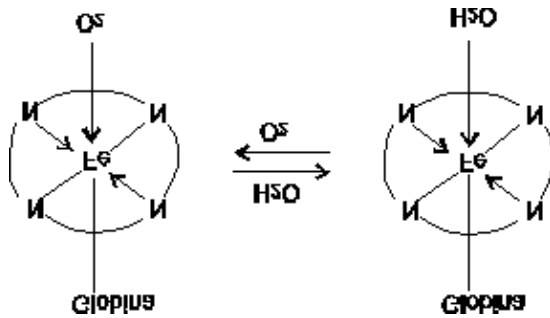
- Puede reaccionar con radicales OH



- Puede ser eliminado por el suelo. Se han encontrado al menos 16 especies diferentes de hongos capaces de asimilar el CO (las plantas verdes no pueden hacerlo). Se ha determinado que la tierra contenida en un tiesto de 2'8 kg en tres horas puede eliminar todo el CO contenido en una atmósfera que tenga 120 ppm.
- El grave problema del CO es su desigual distribución, se concentra en las zonas urbanas en tal cantidad que los procesos naturales son incapaces de su eliminación, con los consiguientes efectos nocivos.

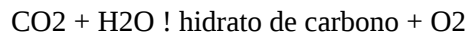
- Efectos del CO. En las plantas sus efectos son prácticamente nulos, no se han observado efectos nocivos sobre plantas superiores o sobre microorganismos.

Sobre los animales, sus efectos son muchísimo más perjudiciales, sobre todo por su afinidad con la hemoglobina (proteína encargada del transporte de oxígeno en los animales superiores).

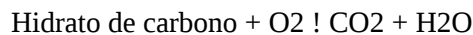


El CO se introduce en este proceso y forma un complejo con el Fe de la hemoglobina que es 200 veces más estable que el formado con el O₂ dando lugar a la COHb (carboxihemoglobina). Los efectos de esto son evidentes: disminución de la efectividad del transporte de oxígeno a los tejidos, variando su gravedad en función de la cantidad de COHb que se tenga en el organismo.

- **El Dióxido de carbono y el efecto invernadero.** El CO₂ no se considera un contaminante a nivel atmosférico porque es un constituyente de la atmósfera. El CO₂ experimenta un ciclo continuo debido a la actividad de los animales y de las plantas. Por un lado las plantas, por medio de la fotosíntesis utilizan la energía luminosa para hacer reaccionar el CO₂ y el agua produciendo hidratos de carbono y oxígeno.



Los hidratos de carbono se almacenan en las plantas y el oxígeno se desprende. Cuando la planta muere (o es cortada, quemada, digerida) se produce la oxidación de los hidratos de carbono.



Deforma que el contenido de CO₂ en el aire se mantiene prácticamente constante. El hombre, con su actividad, lo que está haciendo es alterar este ciclo. La tala incontrolada de árboles, la quema masiva de combustibles fósiles, que en su combustión emiten grandes cantidades de CO₂, está produciendo un desequilibrio en el ciclo antes mencionado que conduce a un aumento del contenido de CO₂ en la atmósfera. En las últimas décadas este aumento es constante.

- **Equilibrio energético en la Tierra.** La mayor parte de la radiación solar incidente sobre la Tierra no llega a la superficie de la misma, esto debido sobre toda a fenómenos de reflexión sobre las nubes y con las partículas de polvo que contiene la atmósfera, hace que de cada 100 unidades de energía solar que llegan a la Tierra 34 sean irradiadas de nuevo al espacio y sólo 47 sean absorbidas por la Tierra.

Esta radiación que penetra calienta la Tierra, pero en general la temperatura de la superficie terrestre no sobrepasa nunca los 285–300 K. Esto hace que la radiación térmica que produce la Tierra de una longitud de onda larga (aproximadamente en el infrarrojo). Esta radiación de onda larga es absorbida muy eficientemente por el CO₂ y el agua y por lo tanto queda en la atmósfera sin poder abandonarla contribuyendo a su calentamiento.

En resumen, el efecto global consiste en que la luz solar de onda corta atraviesa bien la atmósfera, mientras que la radiación producida por el suelo, de onda más larga (menor energía) es absorbida por la atmósfera

impidiendo que escape al espacio. Como en las últimas décadas los niveles de CO₂ en la atmósfera se han incrementado notablemente, esto ha conducido a un aumento en la retención de la radiación producida por la Tierra, lo que está originando un calentamiento global del planeta. Este calentamiento se conoce con el nombre de efecto invernadero.

LLUVIA ÁCIDA

- Se entiende por lluvia ácida la precipitación de partículas que se han acidificado por efecto de la contaminación del aire.

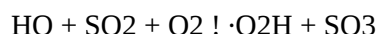
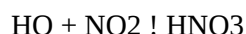
La voz de alarma saltó en los años sesenta ante el hecho de la acidificación de los ríos y lagos con el consiguiente deterioro de las poblaciones acuáticas y forestales adyacentes. El problema ha alcanzado en nuestros días tal magnitud que la preocupación no se extiende sólo a la naturaleza si no también al efecto sobre las estructuras artificiales y las aguas subterráneas.

La lluvia ácida produce una interferencia a gran escala sobre los ciclos biogeoquímicos naturales a través de los cuales los seres vivos interactúan con su entorno. La lluvia ácida constituye en sí misma un mecanismo de defensa de la atmósfera al arrastrar partículas y gases solubles. Pero la actividad humana le ha dado unas dimensiones que en ocasiones deja inservible el mecanismo.

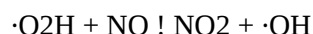
- **Formación de la lluvia ácida.** El ciclo se inicia en la troposfera donde un fotón de luz solar choca contra una molécula de ozono. El resultado es la formación de una molécula de oxígeno y un átomo de oxígeno. Este átomo de oxígeno se combina con una molécula de agua dando como resultado un radical hidróxido.



Especie enormemente reactiva que reacciona con los óxidos de nitrógeno y de azufre concentrados en la atmósfera debido sobre todo a la actividad de las grandes centrales térmicas y la combustión de los motores de explosión. Las reacciones que se producen son:

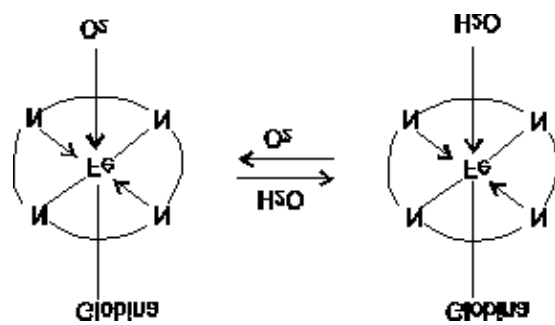


El radical hidropéroxido ($\cdot\text{O}_2\text{H}$) reacciona a su vez con el NO



que vuelve a incorporarse al ciclo. El ácido nítrico se disuelve en las pequeñas gotitas de la nube y el ácido sulfúrico forma pequeñas gotas que pasan a formar parte, también, de la nube. La humedad de la nube puede condensarse sobre cualquier superficie,. Depositando a su vez los ácidos.

- El agua de lluvia sin contaminar tiene un pH de 5'6 como consecuencia del CO₂ que lleva disuelto. Por el contrario el agua de lluvia contaminada posee un pH mucho más bajo entre 4 – 3'6. En algunos casos extremos en la niebla formada por algunas nubes se han detectado pH de 2.
- Fácilmente se comprende que la lluvia ácida puede afectar a muchos kilómetros del punto donde se genera. Allí donde se deposita se inician una serie de cambios químicos (disminución del pH) que modifican gravemente la fisiología de vegetales y animales. Su principal efecto la destrucción de enormes extensiones de bosques.



•