

Auxiliar 01

Contaminación atmosférica

GF3022

August 9, 2017

P1 La razón de mezcla en volumen del oxisulfuro de carbono (OCS) en la atmósfera es en promedio 500 pptv. Estima su tiempo de recambio en la atmósfera si se producen anualmente 1.2 Tg , contados como azufre (S), y se puede suponer que hay equilibrio entre fuentes y sumideros. Considerando el tiempo de recambio estimado, ¿cuán acertado es suponer que el OCS está perfectamente mezclado en la atmósfera?; ¿esperarías medir variaciones interhemisféricas?

Por enunciado se nos indica que las fuentes y sumideros se encuentran en equilibrio, es decir que el reservorio no varía:

$$\begin{aligned}\frac{dM}{Dt} &= 0 \\ \Rightarrow Q &= S \\ \Rightarrow S &= 1.2 \times 10^{12} [g/año]\end{aligned}$$

Como en la formula del OCS cada elemento tiene solamente un átomo, por cada átomo de azufre que se cuente, existirá la misma cantidad de OCS y por lo tanto podemos expresar la concentración de este compuesto en moles:

$$\begin{aligned}M(OCS) &= 500 pptv \\ &= 500 \times 10^{-12} \left[\frac{mol(OCS)}{mol(atm)} \right]\end{aligned}$$

Del anexo vemos que en la atmósfera existen 1.8×10^{20} moles de solución, luego:

$$\begin{aligned}M(OCS) &= (500 \times 10^{-12}) \cdot (1.8 \times 10^{20}) \\ &= 9 \times 10^{11} [mol]\end{aligned}$$

Ahora basta con expresar el sumidero en unidades de moles por año, para eso basta con calcular la masa molar del OCS

$$\begin{aligned}O &= 16[g/mol] \\C &= 12[g/mol] \\S &= 32[g/mol] \\OCS &= 60[g/mol] \\ \Rightarrow S_S &= 3.75 \times 10^{10}[mol/año]\end{aligned}$$

Con esto se tiene que el tiempo de recambio es:

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{M(OCS)}{S_S} \\&= \frac{9 \times 10^{11}}{3.75 \times 10^{10}} \\&= 24 \text{ años}\end{aligned}$$

Anexos

Cálculo del volumen de la atmósfera terrestre

Para calcular de forma sencilla el volumen de aire es posible calcular el volumen de la esfera con radio igual al la suma del radio de la tierra y de la altura y de la atmósfera y se le resta el volumen de la tierra, es decir:

$$\begin{aligned}V_{aire} &= V_{Tierra+atm} - V_{Tierra} \\&= \frac{4}{3}\pi(R_T + h)^3 - \frac{4}{3}\pi R_T^3 \\&= \frac{4}{3}\pi[(R_T + h)^3 - R_T^3]\end{aligned}$$

Ahora solo basta con indicar el radio de la tierra y el espesor de la atmósfera terrestre. El radio terrestre está más menos bien determinado y es del orden de $R_T = 6370 \text{ km}$. Por otro lado el espesor o altura de la atmósfera es más difícil de determinar, si nos centramos en la masa podríamos poner como límite la tropopausa, lo cual se encuentra aproximadamente a 10 km sobre el nivel medio del mar y abarca cerca del 80% del total de la masa. Con esto se tiene que:

$$V_{aire} \approx 5 \times 10^{18}[m^3]$$

Calculo de la masa de la atmósfera terrestre

Para calcular la masa de la Tierra podemos hacerlo a partir de la presión a nivel del mar, recordando que la presión es una medida de fuerza por unidad de área, y que en el caso de la presión atmosférica corresponde al peso de la columna de aire.

$$\begin{aligned}
P_{atm} &= \frac{F}{A} \\
&= \frac{m_{atm} \cdot g}{A} \\
\Rightarrow m_{atm} &= \frac{P_{atm} \cdot A}{g} \\
&= \frac{1.013 \times 10^5 [Pa] \cdot 4\pi (6,37 \times 10^6)^2 [m^2]}{9.8 [ms^{-1}]} \\
&\approx 5.3 \times 10^{18} [kg] = 5.3 \times 10^{21} [g]
\end{aligned}$$

Pero también podemos hacer una aproximación de la cantidad de moles que hay en el aire, para ello utilizamos que la composición de la atmósfera es de aproximadamente 78% de N_2 y 22% de O_2

La masa molar de cada gas es:

$$\begin{aligned}
N_2 &: 28 [g \text{ mol}^{-1}] \\
O_2 &= 32 [g \text{ mol}^{-1}] \\
\Rightarrow M_{atm} &: 29 [g \text{ mol}^{-1}]
\end{aligned}$$

con esto ahora podemos obtener los moles de aire seco que existen en la atmósfera

$$\begin{aligned}
n_{atm} &= \frac{m_{atm}}{M_{atm}} \\
&= \frac{5.3 \times 10^{21} [g]}{29 [g \text{ mol}^{-1}]} \\
&\approx 1.8 \times 10^{20} [mol]
\end{aligned}$$