

Energías Alternativas
Primer Parcial – Martes 8 de Marzo del 2011

Corrección

Problema 1 (8 puntos)

1. (1 punto) Calcular el volumen y la masa de CO₂ añadidos a la atmósfera entre 1960 y 2007. Leemos en el gráfico que la concentración de CO₂ ha subido de unos 62 ppm durante este periodo. Cuidado con corregir las oscilaciones, tomando el valor mediado a lo largo de una año (más o menos).

Estos 62 ppm representan un volumen $(62/10^6) * 4.2 \cdot 10^9 = 2.6 \cdot 10^5 \text{ km}^3 = 2.6 \cdot 10^{14} \text{ m}^3$.

Este volumen de CO₂ tiene masa $2.6 \cdot 10^{14} * 1.96 = \mathbf{510 \cdot 10^9 \text{ toneladas}}$.

Calculo aproximativo porque la densidad no es constante a lo largo del atmosfera.

2. (1 punto) Calcular el volumen y la masa de O₂ sacados de la atmósfera entre 1992 y 2007. Leemos en el gráfico que la concentración de O₂ ha bajado de unos 50 ppm durante este periodo.

Estos 50 ppm representan un volumen $(50/10^6) * 4.2 \cdot 10^9 = 2.1 \cdot 10^5 \text{ km}^3 = 2.1 \cdot 10^{14} \text{ m}^3$.

Este volumen de O₂ tiene masa $2.1 \cdot 10^{14} * 1.42 = \mathbf{298 \cdot 10^9 \text{ toneladas}}$.

3. (1 punto) ¿Cuántos moles de C se añadieron a la atmósfera entre 1992 y 2007?

Leemos en el gráfico que la concentración de CO₂ ha subido de unos 30 ppm durante este periodo. Un cálculo similar al 1/ nos da una masa añadida de $246 \cdot 10^9$ toneladas.

Con la masa molar del CO₂ (12+32=44), obtenemos $\mathbf{5.6 \cdot 10^{15} \text{ moles}}$.

4. (1 punto) ¿Cuántos moles de O₂ salieron de la atmósfera entre 1992 y 2007?

La masa de O₂ que ha salido es la calculada en el 2/. Con la masa molar del O₂ (16*2=32), obtenemos $\mathbf{9.31 \cdot 10^{15} \text{ moles}}$.

5. (2 puntos) ¿Son coherentes estas cifras con la posibilidad que el C añadido provenga de una combustión?

La combustión combina un átomo de C procedente de combustible fósil con un O₂ del atmosfera para formar un CO₂. Así que si el CO₂ proviene de la combustión de combustibles fósiles, el aumento del CO₂ debe acompañarse de una baja del O₂. Es exactamente lo que observamos en el gráfico.

Hay más: la combustión consume una molécula de O₂ para generar una de CO₂. Así que para una molécula de CO₂ que aparece, debe desaparecer una de O₂. El cálculo aproximativo de los puntos 3/ y 4/ demuestra que efectivamente, estas cifras son muy comparables.

6. (2 puntos) ¿Son coherentes estas cifras con la cantidad de C emitida por el hombre?

Hemos calculado al punto 1/ que entre 1960 y 2007 se sumaron 510 GT de CO₂ al atmosfera. Representan un promedio de $510/(2007-1960)=10.8 \text{ GT/año}$.

Por otro lado, hemos visto en clase que se emiten hoy en día unas 8 GT/año de C, que representan $8*3.6=28 \text{ GT}$ de CO₂.

Para empezar, podemos destacar que el aumento medido de CO₂ (10.8 GT/a) y las emisiones (28 GT/a) son del mismo orden de magnitud.

Ahora bien, incluso contando con la imprecisión del cálculo, parece que se emite aun más que la cantidad que se queda. En estudio más preciso del ciclo del carbono demuestra que entre 2 toneladas de CO₂ emitidas, una se queda en el atmosfera mientras la otra va en el océano y en la biomasa.

Finalmente, el aumento medido es cuasi constante de un año al otro, lo que cuadra con la actividad humana y no con eventos naturales excepcionales y/o irregulares como las erupciones volcánicas.

Problema 2 – El efecto “Suess” (2 puntos)

El carbono contenido en los combustibles fósiles es muy viejo (millones de años). Así que todo el ¹⁴C que llevaba al principio ha decaído.

Para convencerse del hecho, basta con poner $t=10^6$ en el factor del exponencial. Viene $10^6/5700=175$.

Así que sea lo que sea el numero N_0 de átomos de ¹⁴C inicial, los que quedan después de un millón de año son $N=N_0\exp(-175)=N_0*10^{-76}$! Es decir: nada.

Así que el Carbón que se emite quemando fósiles no contiene nada de ¹⁴C. Es entonces de esperar que la concentración en ¹⁴C del atmosfera baje.

Hans Suess (1909-1993) fue el primero en predecir este efecto en 1955.

HE Suess, *Radiocarbon concentration in modern wood*, Science, vol 122, p. 415, 1955.