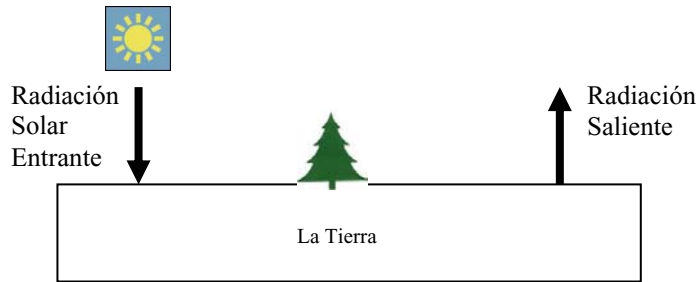


Un modelo muy simple de balance energía climático: guía del estudiante

La temperatura de la Tierra depende de la diferencia entre la cantidad de Energía que la Tierra recibe desde el Sol, y la cantidad de energía que la Tierra pierde al espacio. Para que la temperatura promedio de la Tierra sea estable, la energía debe salir en la misma razón que llega. si la energía que llega es mayor de la que sale, la temperatura de la Tierras se elevará.



Pregunta 1

- ¿Es constante la temperatura de la Tierra?
- ¿Que puede hacer que la temperatura de la Tierra cambie? Sugiera cuantos factores pueda pensar que puedan hacer que la temperatura de la Tierra suba o baje.

Suposiciones iniciales del modelo

Usando este simple modelo puede ver como la temperatura de la Tierra podra cambiar si la cantidad de energía neta ingresante cambia. El modelo esta basado en 2 suposiciones

- El Promedio de radiación ingresante es 364 joules por metro cuadrado por segundo.

$$\text{Razón de radiación ingresante} = 364 \text{ Jm}^{-2}\text{s}^{-1}$$

- La razón de radiación saliente depende solo de la temperatura de la Tierra, y esta dada por la Ley de Stefan-Boltzmann

$$\text{razón de radiación saliente} = \sigma T^4 \text{ where } \sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Js}^{-1}\text{m}^{-2}\text{K}^{-4}$$

Pregunta 2

- Que pueda alterar la razón la razón a la que la energía llega a Tierra?

Calentamiento

El cambio en la temperatura de la Tierra depende de la diferencia entre la razón a la cual la radiación arriba y la razón que sale. También depende de la capacidad calorífica de la Tierra (cuán fácilmente la Tierra se calienta).

La capacidad calorífica de la Tierra es $= 4 \times 10^8 \text{ JK}^{-1}\text{m}^{-2}$; i.e. se requiere $4 \times 10^8 \text{ J}$ para elevar la temperatura de 1 m^2 un 1° K .

El cambio en la Temperatura de la Tierra en un año está dado por:

cambio de temperatura = (radiación ingresante – radiación saliente) $\times$ tiempo / Capacidad calorífica

y la temperatura de la Tierra luego de un año vendrá dada por :

nueva temperatura = vieja temperatura + cambio de temperatura

Pregunta 3

Suponga que la energía arriba desde el Sol a una razón mayor.

- Sugiera qué efecto tendría un incremento de 5% en la radiación solar en la temperatura de la Tierra.
- Qué efecto podría tener esto en la razón a la cual la energía es radiada desde la Tierra?

Usando una hoja de cálculo modelo

Tenemos ahora cuatro ecuaciones, que representan nuestro modelo. Podemos usar estas para calcular, por ejemplo, como la temperatura de la Tierra cambiaría si la razón a la cual la energía arriba desde el Sol cambia.

Abra la hoja de cálculo Excel `climatemodel_worksheet.xls` - Ud. verá que la mayor parte de la información está lista en la hoja de cálculo. El modelo está configurado asumiendo que al tiempo $=0$ la radiación ingresante y saliente están en balance a una temperatura de 283° K (10° C).

La celda B5 contiene la fórmula para el efecto de incrementar la radiación ingresante por 5%.

Ahora corra el modelo copiando la fórmula para el tiempo en la celda A5 al menos 20 celdas hacia abajo en la columna A.

Copie la fórmula para la radiación ingresante celda B5 hacia abajo al menos 20 celdas en columna B.

Ahora puede extender las series en columnas C, D y E hacia abajo hasta la fila 20 y ver cómo la temperatura evoluciona en su modelo.

Pregunta 4

- Describir cómo la temperatura de la Tierra evoluciona.

- Que temperaturas la Tierra alcanza y despues de cuanto tiempo?

Ploteando un gráfico

Use la herramienta excel para plotear un gráfico apropiado de la temperatura contra el tiempo para la Tierra.

Cambiando el incremento temporal

Trate de experimentar con el incremento temporal. Puede hacer esto cambiando el número en la celda C1 que es : número de segundos en medio año, 15768000.

Vuelva a Correr el modelo con intervalos correspondientes, por ejemplo a un cuarto de año, un año y 5 años. Ud tendra que extender las columnas mas abajo, si el modelo no alcanza un equilibrio.

Pregunta 5

- Ud. obtiene la misma temperatura de equilibrio si usa un mayor o menor intervalo de incremento de tiempo ?
- Tomará mas o menos cálculos alcanzar la temperatura final ?

Cambiando la radiación ingresante

Pruebe una razón diferente Radiación Entrante. Ud. Puede incrementar esta por mas de 5%. Reemplace 1.05 en la formula en la celda B5 con 1.08 por un 8% de incremento, y copie la nueva ecuacion abajo de la columna. Para reducir la radiación ingresante por 5%, reemplace 1.05 por 0.95.

Pregunta 6

- El modelo alcanza un nuevo equilibrio, temperatura estable estacionaria? si es así, como se compara con la anterior?
- Cuál es la ventaja de dibujar un gráfico para ver cuanto toma alcanzar un nuevo estado estacionario?

Pregunta 7

Piense acerca del modelo que ha estado explorando

- Por que piensa que, los científicos usan modelos como este para predecir el futuro?
- Aún como modelo de balance de energía, este modelo es muy simple. De que maneras es diferente la atmósfera?

Notas trabajando con la hoja de cálculo Excel

Como copiar la formula en una columna

Haga click derecho en la celda apropiada. Cuando mueva el cursor sobre el pequeño cuadro en la parte inferior derecha de la celda aparece una cruz. Click derecho ahí y arrastre hacia abajo.

Como trazar el gráfico

Seleccione los datos que desea plotear ('x' e 'y') Mantenga presionado el botón de control, y haga click derecho arrastrando sobre los datos apropiados. Lance la cartilla mágica, haga click sobre la barra del icono de gráficos. Un espacio XY con puntos de datos conectados por líneas punteadas es apropiado para este ejercicio. Trabaje a su manera con la cartilla, entrando palabras apropiadas para las etiquetas de los ejes 'x' e 'y', etc.

Como se ajusta la hoja de cálculo

Las constantes ya están definidas:

σ en la celda A1, La capacidad calorífica de la Tierra en B1 y el incremento de tiempo en C1 (inicialmente ajustado a medio año, en segundos).

Las cabeceras de tabla "tiempo", "radiación incidente", "radiación saliente", "cambio de temperatura" y "temperatura" están en las celdas A3 a E3.

al tiempo 0, la temperatura inicial de la Tierra es ajustada a 283K.

Como la hoja de Cálculo obtiene el cambio de temperatura

Considere primero la columna tiempo. Luego de un lapso de tiempo, el tiempo se ha incrementado medio año o un incremento de tiempo, así, la fórmula en la celda A5 añade al tiempo en la celda A4 (0) el incremento de tiempo. Como esta muestra el tiempo en segundos – un número grande y no muy significativo, la fórmula (no la constante!) es dividida por $60 \times 60 \times 24 \times 365$ para mostrar el tiempo en años.

Copie la fórmula hacia abajo al menos 20 celdas en la columna A. Esto debe darle una serie de tiempos a intervalos de tiempo de medio año

Ahora considere la (columna C) radiación saliente al tiempo = 0.5 años. La fórmula para la radiación saliente basada en la constante en la celda A1 y la temperatura de la Tierra al tiempo=0, es $= \sigma T^4$. La fórmula para esto está en la celda C5.

Si asumimos que la Tierra está en un estado estacionario (energía entrante = energía saliente) antes que hagamos nada a la radiación saliente, la radiación entrante al tiempo 0 debe ser igual a esta, así la celda B4 es igualada a C5.

Considere el caso donde la energía entrante se incrementa por 5% al tiempo = 0.5 años, y entonces se mantiene constante en el tiempo. Hacemos esto poniendo $=B\$4*1.05$ en la celda B5. Copie esta expresión hacia abajo al menos 20 celdas.

Ahora, en la celda D5, podemos calcular el cambio de temperatura resultante

$= (\text{radiación ingresante} - \text{radiación saliente}) \times \text{incremento de tiempo} / \text{capacidad calorífica}$

Finalmente, en la celda E5 podemos calcular la nueva temperatura

$= \text{vieja temperatura} + \text{cambio de temperatura}$



climateprediction.net