

Actividad 4 – Las claves de la Temperatura de la Tierra

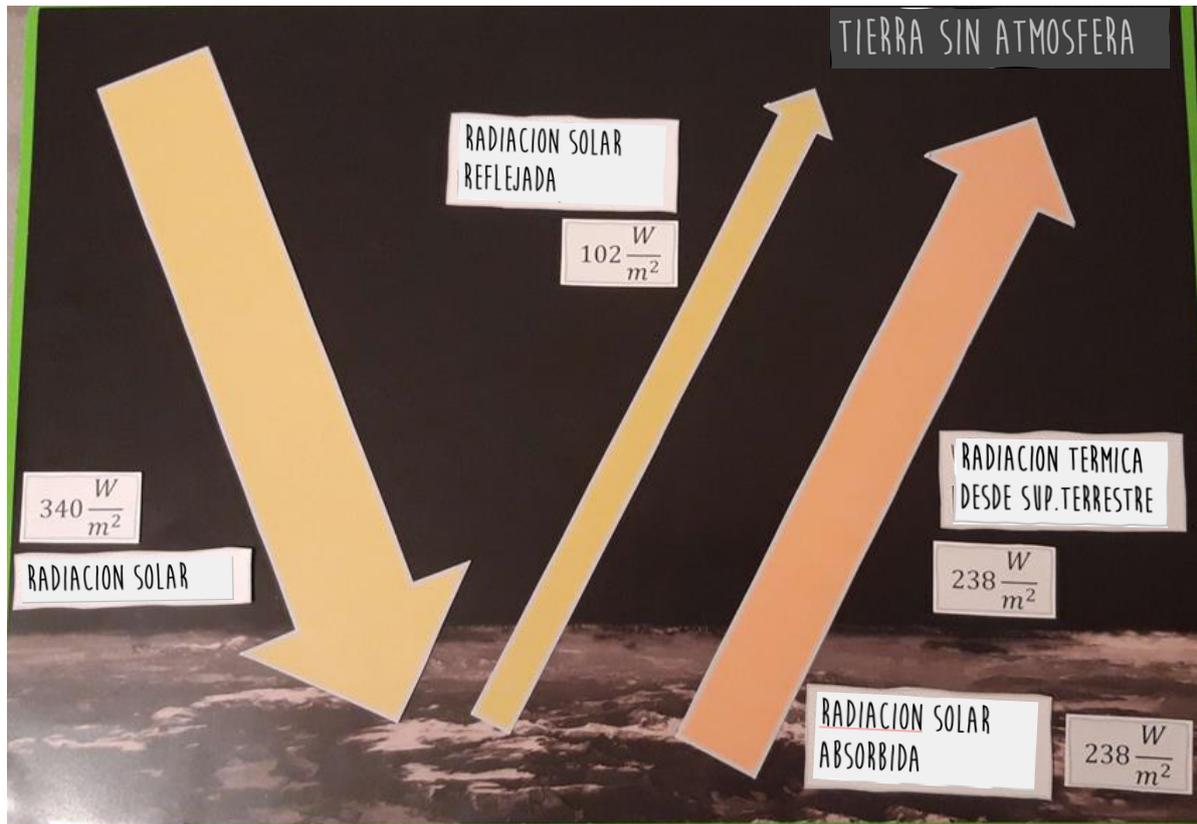
¿Qué influencia tienen los gases de efecto invernadero sobre la temperatura de la Tierra?



Moritz Strähle y
Cecilia Scorza

Parte 1: ¿Cuál sería la temperatura promedio en una Tierra sin atmósfera?

→ Ubicación de las flechas: Coloca las flechas con bordes y letreros gris claro sobre la hoja: “Tierra sin atmósfera” para que coincidan con el texto de fondo.

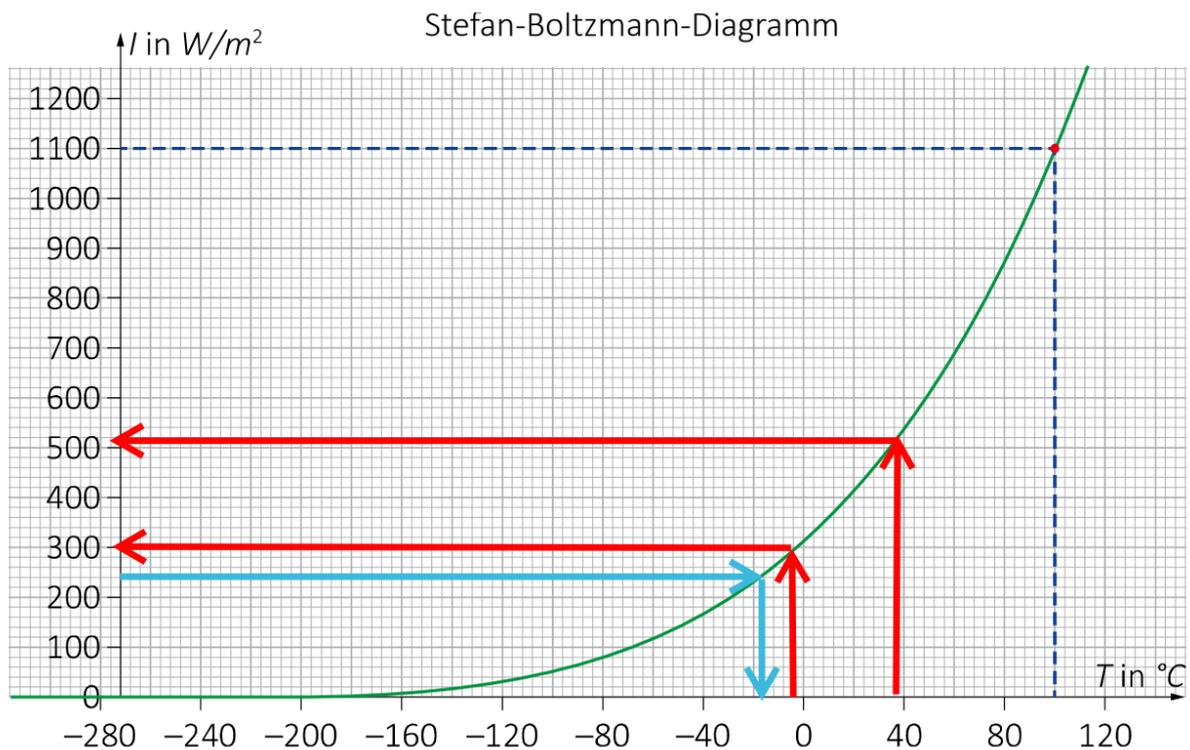


→ En el diagrama en la página siguiente, encontrarás una representación gráfica de la ley de Stefan-Boltzmann. ¡Vamos a familiarizarnos con ella! Primero completa los valores (estimados) de la temperatura que faltan en la tabla y luego indícalos en el diagrama. Lee en el diagrama los valores de la intensidad de la radiación correspondiente a la temperatura de los objetos y anótalo en la tabla. Sigue el ejemplo del agua hirviendo

Objeto	Temperatura °C	Intensidad W/m ²
Agua hirviendo	100	1100
Cuerpo humano	37	520
Cubos de hielo	-5	300

→ Si colocaste y asignaste las flechas y etiquetas correctamente, sabrás que en promedio la Tierra absorbe 238 W/m^2 de radiación solar y vuelve a irradiar esta energía (*equilibrio radiativo*). Utiliza ahora el diagrama de forma inversa para determinar la temperatura media de una Tierra que irradia radiación infrarroja con esta intensidad, y señálalo en el diagrama.

Con una intensidad de radiación de 238 W/m^2 , la Tierra sin atmósfera estaría a -16°C



? Interpreta el resultado y compáralo con la realidad: ¿Es posible conciliar la temperatura media de la Tierra que has determinado con tus experiencias? ¿Cuál es la razón para esto?

Sin atmósfera, en la Tierra haría mucho frío. Esto es contrario a nuestra experiencia, donde la mayor parte del año en Alemania hay una temperatura agradable o alta, con la excepción quizás del invierno.

La temperatura media de la Tierra es totalmente favorable para la vida, 15°C , lo que no se corresponde con estos valores. Así pues, la atmósfera debe ser responsable de la gran diferencia de temperatura.

El efecto invernadero natural es, por tanto, necesario para la vida, pero su amplificación por la intervención humana está asociada a grandes peligros.

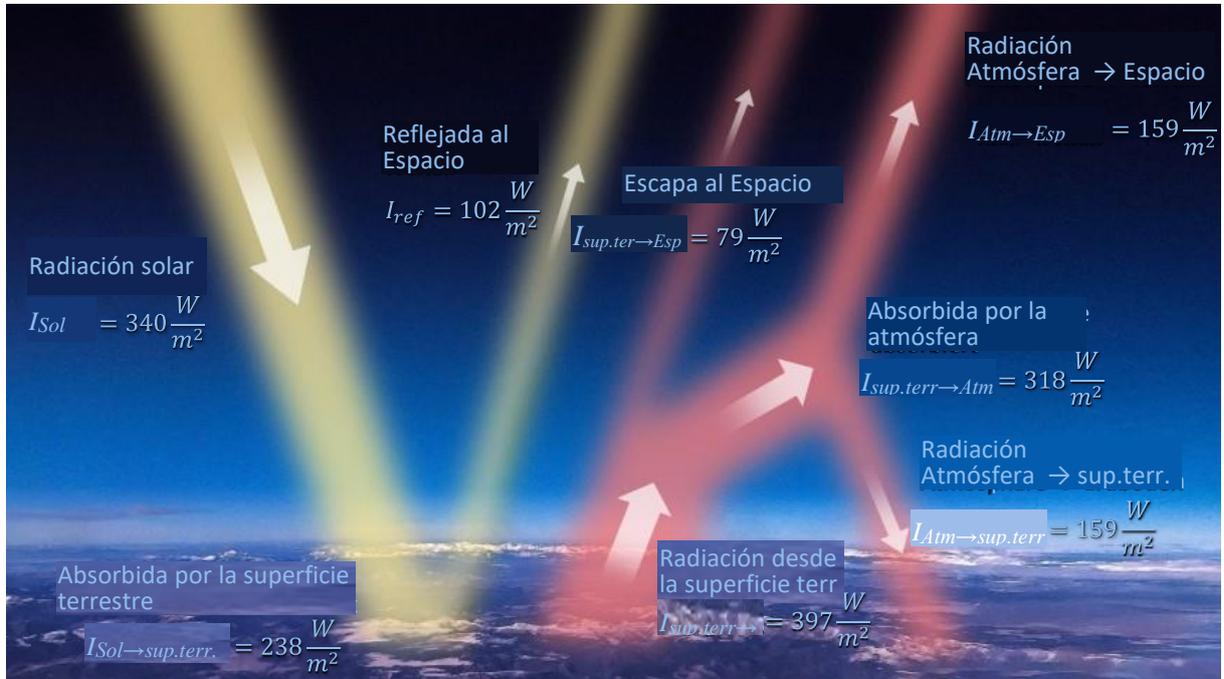
? Una pregunta adicional, no fácil de responder: ¿Tienes alguna idea de por qué sería mucho más fría una Tierra sin atmósfera?

Sin atmósfera no sería posible la vida en la Tierra, es decir, no habría plantas, animales ni seres humanos. ¡La Tierra estaría helada! Habría enormes superficies de hielo donde ahora hay bosques, ciudades y otras superficies oscuras.

Debido a la alta reflectividad (albedo) de estas superficies blancas y brillantes, la Tierra reflejaría más radiación solar que las superficies oscuras actuales. El equilibrio de radiación también cambiaría con ello y la Tierra irradiaría menos radiación térmica lo que implica una temperatura más baja según la ley de Stefan-Boltzmann.

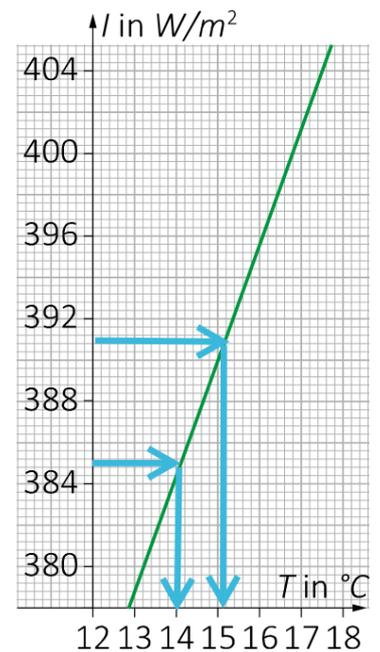
Parte 2: ¿Qué impacto tiene sobre la temperatura de la Tierra el efecto invernadero natural?

→ Ubicación de las flechas: Estudia el texto con los antecedentes y coloca las flechas con bordes gris claro y gris oscuro en la hoja "Tierra con atmósfera".



La atmósfera es así una segunda fuente de radiación (además del Sol), la cual, usando nuestras suposiciones, emite energía hacia el suelo con una intensidad de 147 W/m^2 . Esta energía es absorbida adicionalmente por el suelo, que ahora debe irradiar de nuevo con mayor intensidad para permanecer en *equilibrio de radiación*. ¿Cuál es el valor de esta intensidad de radiación y cuál es la temperatura del suelo para ello? Utiliza el diagrama de la derecha, que es una ampliación del diagrama anterior.

Sugerencia: Suma las dos intensidades de radiación absorbidas por la superficie de la Tierra



$$0,7 * 340 \text{ W/m}^2 + 147 \text{ W/m}^2 = 238 \text{ W/m}^2 + 147 \text{ W/m}^2 = 385 \text{ W/m}^2, \text{ corresponde a } 14^{\circ}\text{C}$$

Parte 3: ¿Cuán fuerte es el efecto invernadero antropogénico?

? En el siguiente ejemplo suponemos que la atmósfera absorbe un poco más de radiación de la Tierra: 78% en lugar de 76%. Como consecuencia se calienta más y por lo tanto también irradia con mayor intensidad. En este caso, correspondería a 6 W/m^2 adicionales. ¿Cuál es la temperatura media de la Tierra con esta fuente de energía adicional que irradia la Tierra?

Información: El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) utiliza modelos computacionales para proporcionar escenarios posibles para el clima futuro. Los escenarios varían de RCP 2.6 a RCP 8.5 (RCP, son las siglas en inglés de Trayectoria de Concentración Representativa), cuya cifra indica una intensidad de radiación adicional desde la atmósfera hacia la superficie de la Tierra de 2.6 W/m^2 y 8.5 W/m^2 , respectivamente.

$$238 \text{ W/m}^2 + 6 \text{ W/m}^2 + 147 \text{ W/m}^2 = 391 \text{ W/m}^2, \text{ corresponde a } 15^{\circ}\text{C}$$