

47 - La Luminosidad del Sol

La luminosidad del Sol

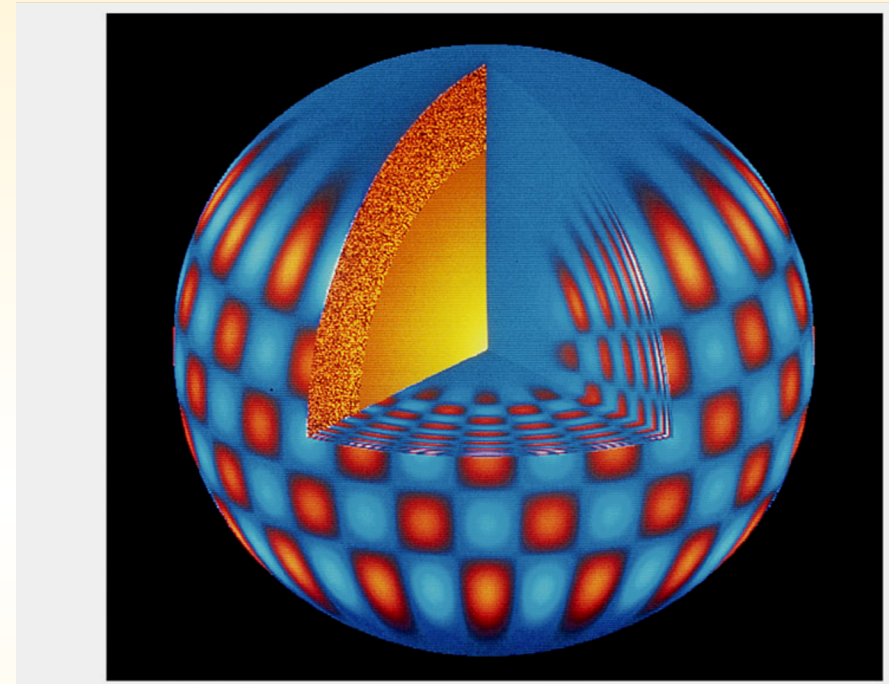
- La luminosidad del Sol se mantiene estable en el plazo corto.
- Sin embargo, a medida que más hidrógeno se fusione en helio (cuatro núcleos de H se convierten en un núcleo de He) el número de partículas en el núcleo del Sol disminuye con el tiempo
- El núcleo del Sol se contraerá, causando que se caliente

- La tasa de fusión aumentará para balancear la mayor gravedad
- Un nuevo equilibrio se alcanza y tenemos estabilidad con una mayor producción de energía
- El Sol aumenta su luminosidad con tiempo a largo plazo
- Los modelos indican que la luminosidad del Sol ha aumentado un 30% desde que se formó hace 4,6 billones de años
- Se ha pasado de $2,9 \times 10^{26}$ vatios a $3,8 \times 10^{26}$ vatios de hoy

"Observar" el interior del Sol

- El interior del Sol es opaco.
- No podemos mirar directamente al interior del Sol con luz
- Podemos construir modelos matemáticos de computador del mismo.
- Los modelos son un sistema de ecuaciones de temperatura, presión y densidad vs. profundidad.
- Estos valores se calculan utilizando las leyes conocidas de la física, comprobando el cumplimiento mediante las cantidades observables del Sol

- Podemos medir directamente las ondas de sonido moviéndose por el interior de Sol
- Observamos "sunquakes" (sol-motos) en la fotosfera mediante el movimiento de Doppler
- las ondas sonoras pueden verificar las condiciones interiores predichas por los modelos



Copyright © 2004 Pearson Education, publishing as Addison Wesley.

Hay otra manera de ver directamente el núcleo
... neutrinos

El Problema de Neutrinos

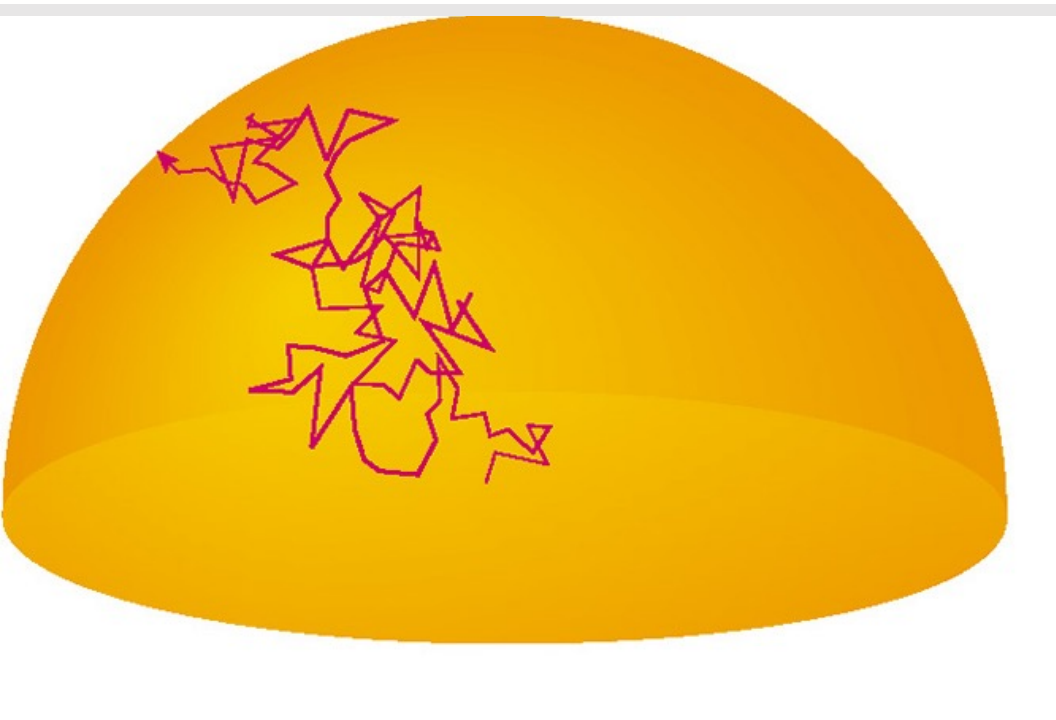
- Los neutrinos que llegan a la Tierra, directamente desde el núcleo del Sol, son un producto de la cadena protón-protón.
- Los hemos detectado, lo que demuestra que la teoría de las reacciones de fusión nuclear es correcta!
- Pero sólo detectamos alrededor del 30% - 50% de los neutrinos que son predichos por los modelos teóricos.
- Ya sea que nuestra comprensión de las reacciones de fusión nuclear o el conocimiento de los neutrinos está mal!

- Hasta hoy, hemos descubierto tres tipos de neutrinos:
 - neutrino electrón (ν_e)
 - neutrino muón (ν_μ)
 - neutrino tau (ν_τ)
- Pero nuestros detectores de neutrinos solo pueden registrar neutrinos electron
- Si los neutrinos pueden cambiar de tipo después de haber sido creados, esto podría solucionar el problema "neutrino".

Métodos de Transporte de Energía

Zona de Radiación:

- La energía viaja con fotones de luz, que continuamente chocan con las partículas
- Siempre cambiando la dirección (paseo aleatorio)
- Los fotones pueden cambiar las longitudes de onda

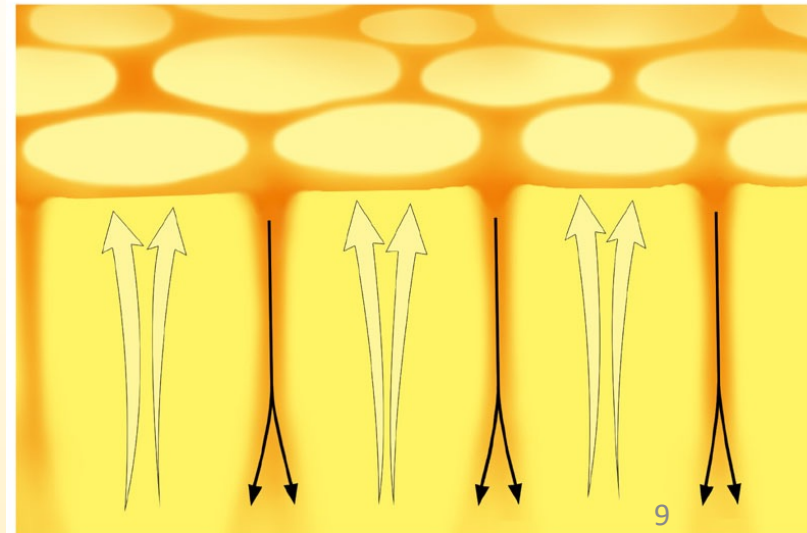
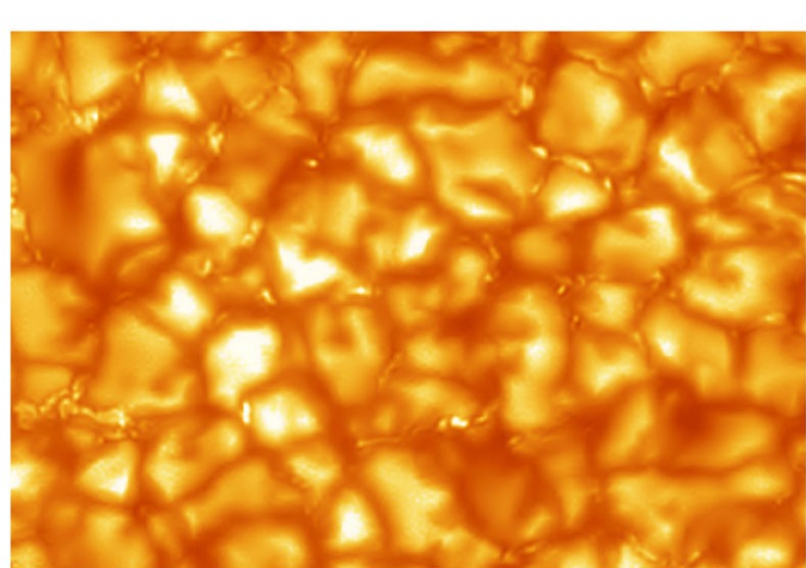


Esto se llama difusión radiativa

Este es un proceso lento!
Se tarda aproximadamente 1 millón de años para la energía para viajar desde el núcleo hasta la superficie.

Zona de Convección:

- fotones que llegan al final inferior de la zona de convección son absorbidos y no dispersados por la materia
- La parte inferior de la zona es gas caliente que sube a la cima
- Gas más frío se hunde hasta el fondo... igual que cuando se hierve una olla de agua!
- La energía es traída a la superficie a través de movimientos a granel de la materia (convección)

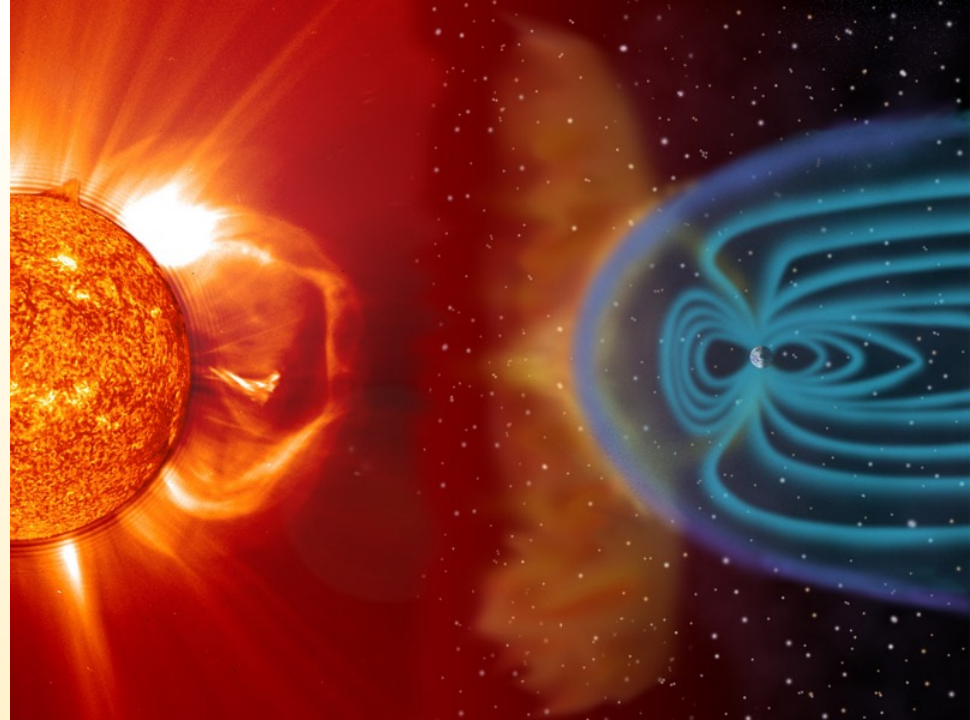


La Corona

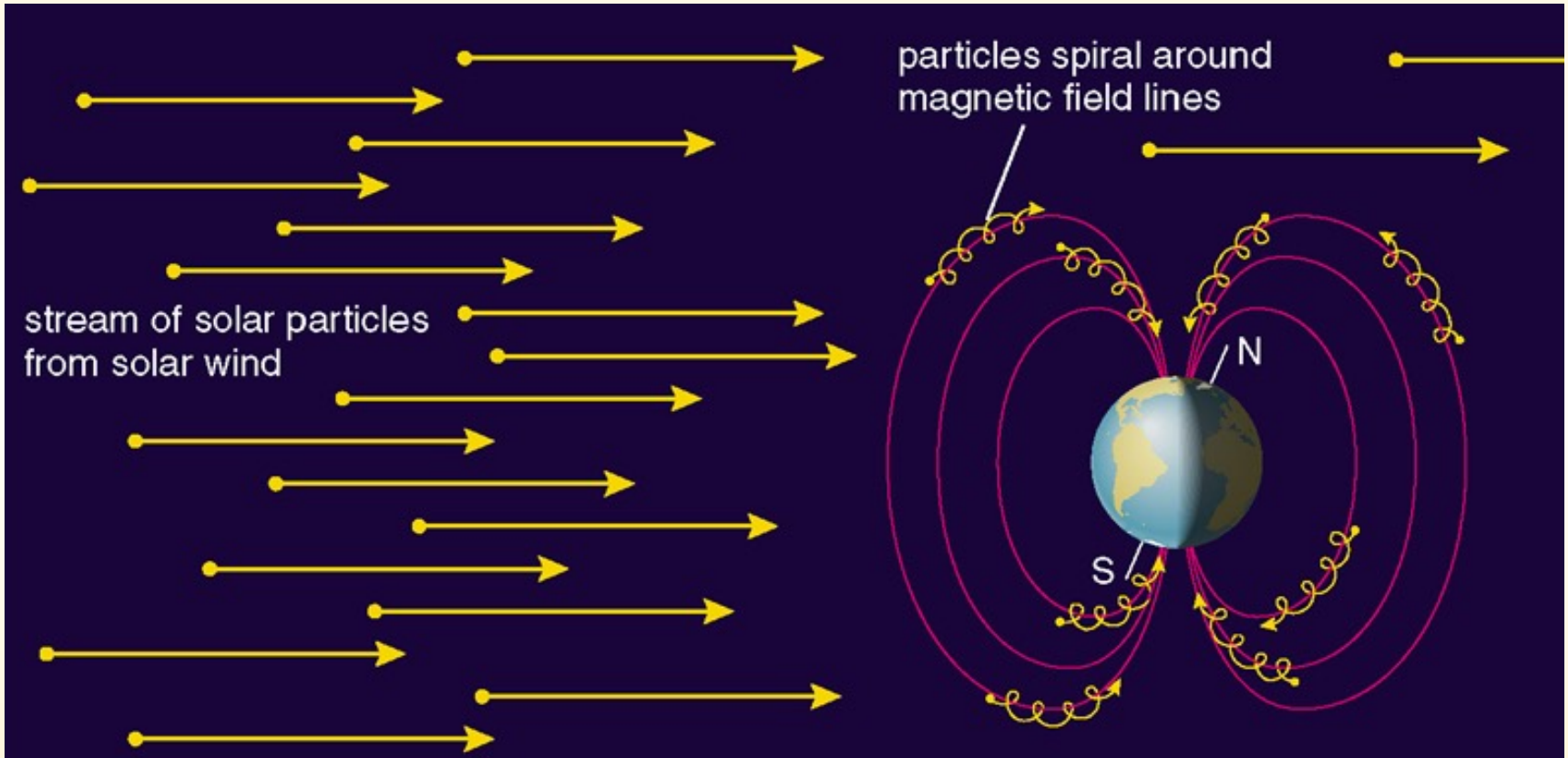
- **bucles magnéticos** que son agitados en sus bases por los movimientos turbulentos en la zona de convección
- el campo magnético torcido y trenzado origina lazos de liberación de energía para calentar el gas a 2 millones de K.
- El gas cargado (iones) se mantiene pegado a los bucles magnéticos.
- La corona no es uniforme, hay parches vacíos llamados agujeros de la corona
- La calefacción magnética explica por qué las temperaturas comienzan a aumentar por encima de la fotosfera.

Viento Solar

- Cuando las líneas de campo magnético se rompen, liberan las partículas cargadas en el espacio.
- Este viento solar escapa a través de los agujeros coronales.



electrones, protones, núcleos de He
expulsados por las borrascas solares (solar flares)



Interactúan con el campo magnético de la Tierra
y causa ...

Las Auroras



- Un fuerte viento solar puede afectar a la tecnología humana por:
 - interferir con las comunicaciones
 - la anulación de redes eléctricas
 - Causando daños electrónicos de los vehículos espaciales
- Aún no estamos seguros qué efectos tiene la actividad solar sobre el clima de la Tierra.