



43 - El Sol –
Hechos Basicos
Y
Capas del Sol

Hechos basicos del Sol

Distancia: 1.48×10^8 km
= 1 A.U.

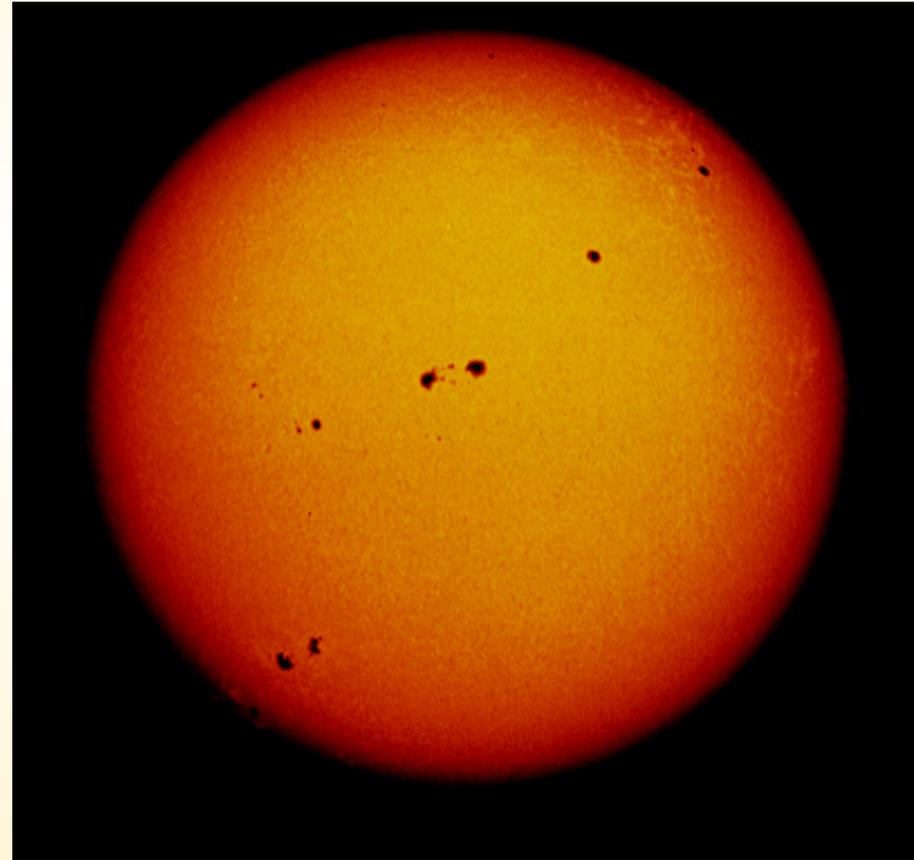
Masa: 1.99×10^{30} kg

Radio: 6.96×10^5 km

Densidad: 1.41 g/cm^3

Luminosidad:

3.8×10^{26} W



Fuente de energía del Sol

Las primeras teorías científicas implicaron reacciones químicas o colapso gravitacional.

- reacciones químicas fueron eliminadas - no pueden explicar la luminosidad del Sol
- la conversión de la energía gravitacional en calor como el encogimiento del Sol garantiza solamente que el Sol brilla por 25 millones de años
- investigaciones geológicas del siglo XIX indican que la Tierra es más vieja

El desarrollo de la física nuclear lleva a la respuesta correcta

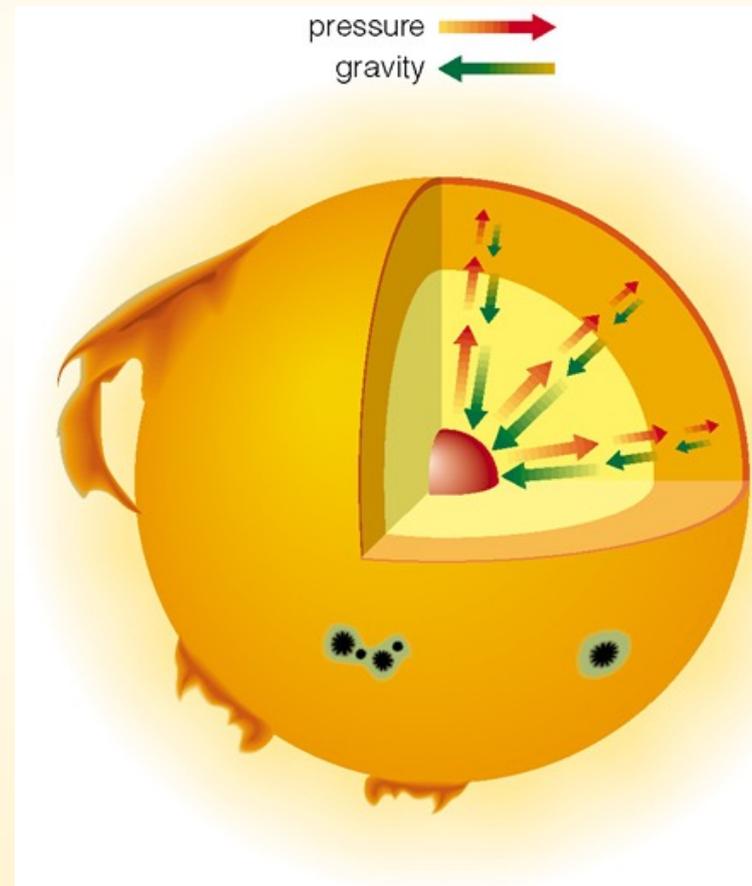
- el Sol genera energía vía reacciones de fusión nuclear
- hidrógeno se convierte en helio en el núcleo del Sol
- la masa perdida en esta conversión se transforma en energía
- la cantidad de energía es dada por la ecuación de Einstein: $E = mc^2$
- dado la masa del Sol, tiene bastante energía para brillar por 10 mil millones años

Ganando un equilibrio

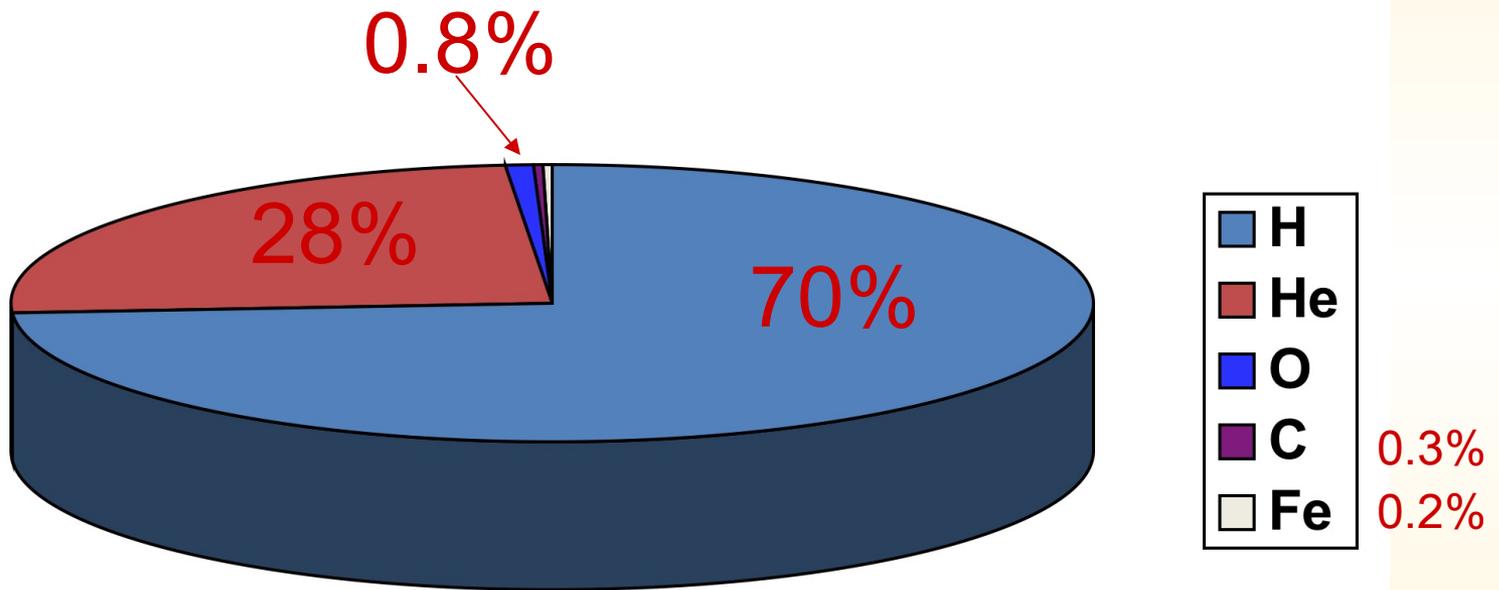
- El Sol comenzó como una nube de gas que experimentaba un colapso gravitacional.
- El mismo proceso de calefacción que fue propuesto alguna vez para explicar la fuerza del Sol, hizo que el núcleo del Sol se calentara y se volviera bastante denso para comenzar reacciones de fusión nuclear.
- Una vez comenzadas, las reacciones de fusión generaron la energía que produce una presión hacia fuera.

Esta presión balancea perfectamente la fuerza interna de la gravedad. Dentro del Sol, la presión es más fuerte donde la gravedad está más fuerte. En la superficie, la presión es menor donde la gravedad es menor.

Este equilibrio se llama **equilibrio gravitacional**. Hace que el radio del Sol siga siendo estable.



Composición del Sol



Sabemos esto identificando las líneas de absorción en el espectro del Sol.

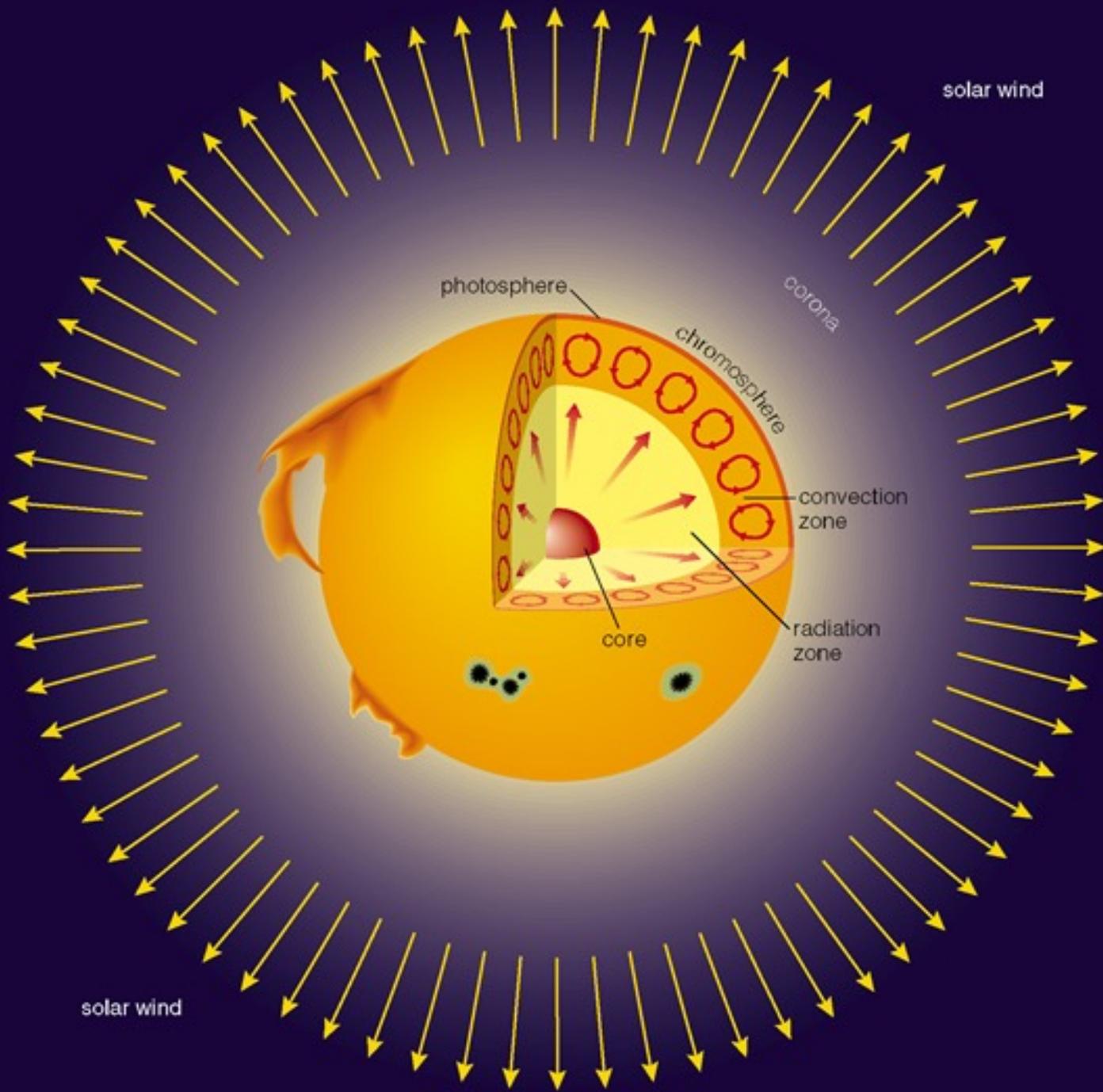


Estas líneas se forman en la fotosfera. Recuerden, si analizamos la luz de las estrellas, podemos encontrar:

- Temperatura de una estrella
- Composición química de una estrella
- Velocidad radial de una estrella (Doppler)

Capas del Sol

Nombre	Temperatura	Profundidad
Nucleo	$1.5 \times 10^7 \text{ K}$	$0.25 R_{\odot}$
Zona radiativa	$> 2 \times 10^6 \text{ K}$	$0.70 R_{\odot}$
Zona convectiva	$< 2 \times 10^6 \text{ K}$	$0.85 R_{\odot}$
Fotosfera	$5.8 \times 10^3 \text{ K}$	400 km espesor
Cromosfera	$1-5 \times 10^4 \text{ K}$	2,500 km espesor
Corona	$2 \times 10^6 \text{ K}$	600,000 km espesor
Viento solar	$> 10^6 \text{ K}$	más allá de la órbita de Plutón



Capas del Sol

El Núcleo

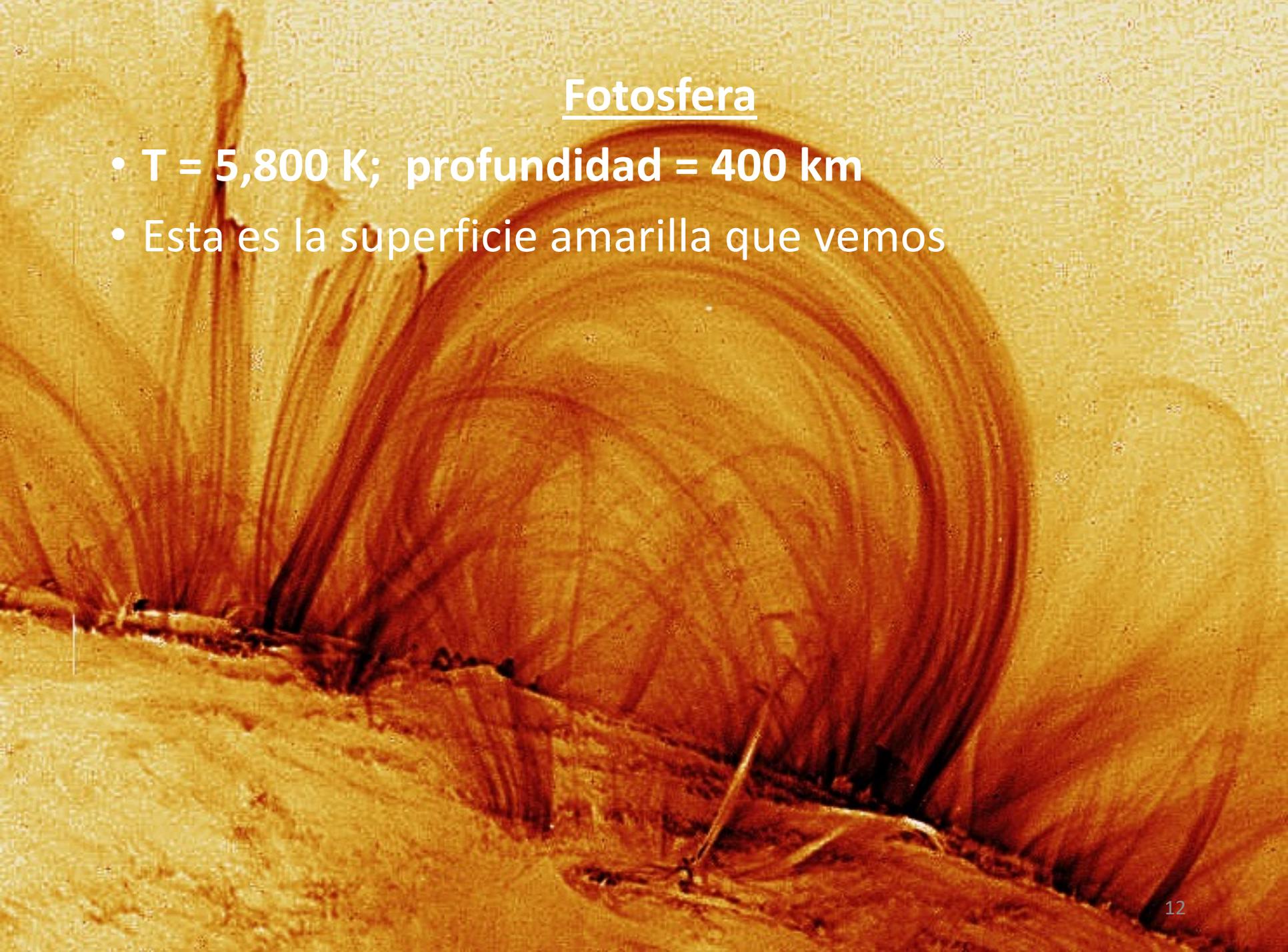
- $T = 1.5 \times 10^7$ K; profundidad = $0 - 0.25 R_{\odot}$
- Aquí es donde la energía del Sol se genera.

Zonas Internas

- $T < 8 \times 10^6$ K; profundidad = $0.25 - 0.86 R_{\odot}$
- La energía es transportada por el interior.
- El interior se divide entre dos zonas:
 - Zona radiativa
 - Zona convectiva
- Límites entre ambos:
 - $T = 2 \times 10^6$ K; profundidad = $0.70 R_{\odot}$

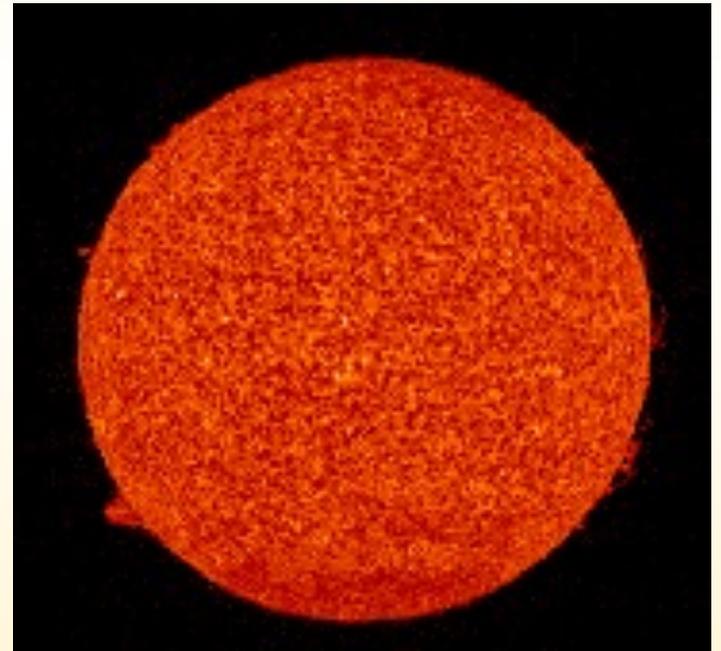
Fotosfera

- $T = 5,800 \text{ K}$; profundidad = 400 km
- Esta es la superficie amarilla que vemos



Cromosfera

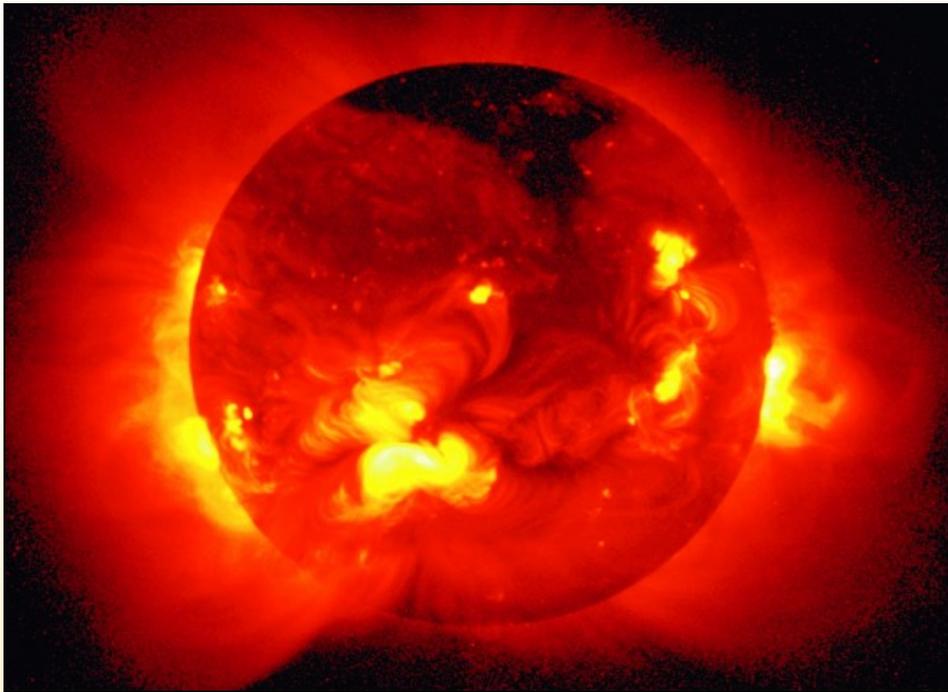
- $T = 1 - 5 \times 10^4$ K; extensión = 2,500 km
- Una fina capa encima de la fotosfera donde la mayor parte de la luz solar ultravioleta es emitida.
- Foto en UV del Sol
- luz emitida por helio neutro en 20.000 K



courtesy of SOHO/SUMER
consortium SOHO is a project of ESA
and NASA

Corona

- $T = 2 \times 10^6$ K; extensión $\sim 600,000$ km
- Es gas caliente, ionizado que rodea el sol.
 - que emite rayos-X en su mayoría
- Se puede observar en luz visible durante un eclipse.



X-ray image (YOHKOH telescope)



Luz Visible

Viento Solar

La corriente de electrones, protones, núcleos de helio y otros iones que fluyen desde el sol.

Se extiende más allá de Plutón.

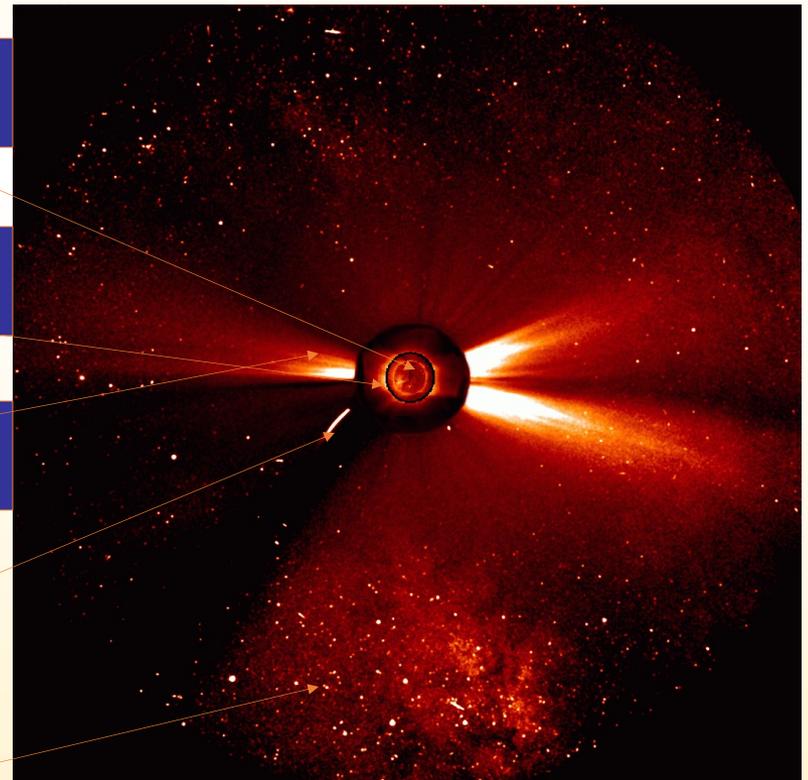
X-rayes imagen de corona

UV imagen de viento solar

imagen visible de viento solar

cometa SOHO-6
(cayó en el Sol)

Sagittarius



courtesy of SOHO consortium SOHO
is a project of ESA & NASA