

VI – Estrelas, Aglomerados, Nebulosas e Galáxias

Messias Bicalho Cevolani
DFis - UFES



Sumário

1. O que é uma estrela?
2. Como as estrelas se acham distribuídas no espaço?
3. Como é uma estrela típica?
4. Qual é a fonte de energia de uma estrela típica?
5. O que acontece quando essa fonte de energia se esgota?

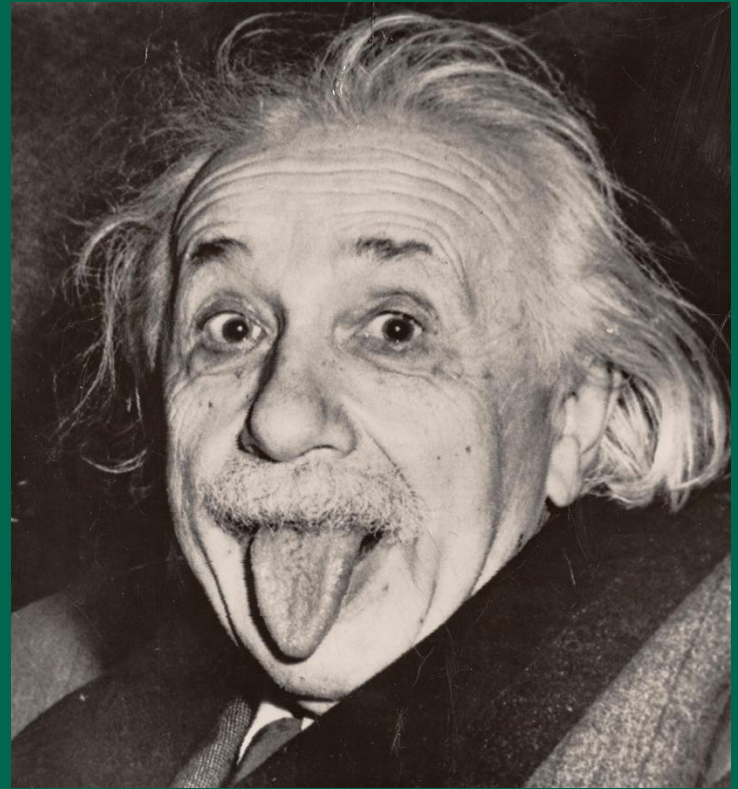
Qual é a principal característica de uma estrela?

- O seu brilho!
- Uma estrela é uma imensa esfera feita de PLASMA (gás ionizado) muito quente, com uma temperatura de milhares de graus em sua superfície...

Como ela consegue manter essa alta temperatura em sua superfície por tanto tempo? De onde vem sua energia?

- Através das reações termonucleares que ocorrem em seu núcleo, nas quais ocorre a fusão de elementos mais leves em elementos mais pesados, sobretudo de hidrogênio em hélio.
- Nessas reações ocorre a transformação de matéria em energia ($E = mc^2$), liberando uma imensa quantidade de energia que se propaga até a superfície (fotosfera) da estrela, mantendo sua alta temperatura.

Imaginemos que seja possível transformar 25g de um “cafezinho” totalmente em energia...



$$E = m \cdot c^2$$

$$E = (25 \cdot 10^{-3} \text{ kg}) \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2$$

$$E = 225 \cdot 10^{13} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$$

$$E = 2,25 \cdot 10^{13} \text{ J} = 6,25 \cdot 10^6 \text{ kW} \cdot \text{h}$$



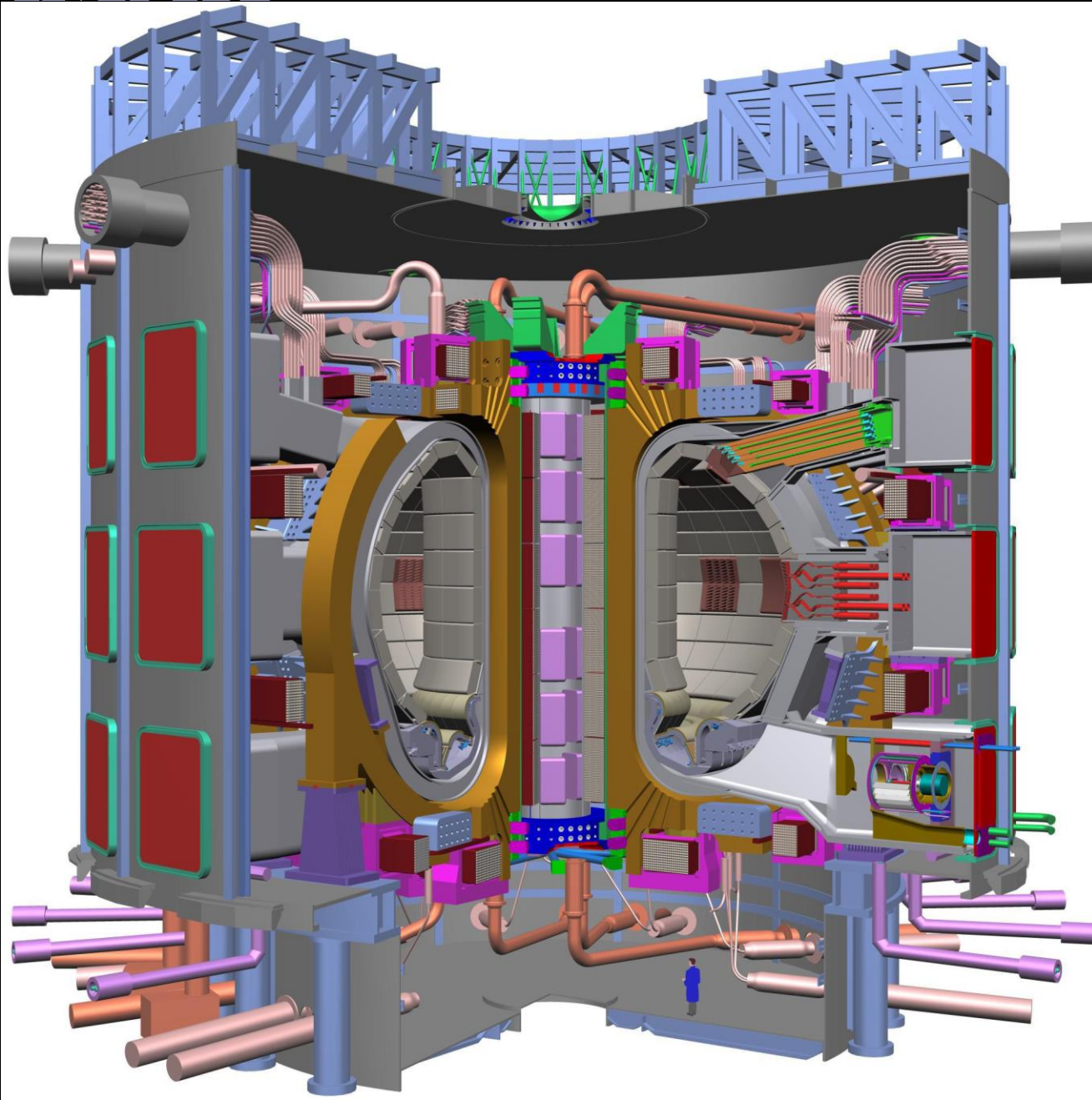
Casa média (família 4 pessoas) ~ 300 kWh (mês)

Tempo $\sim 6,25 \cdot 10^6$ kWh / $3 \cdot 10^2$ kWh

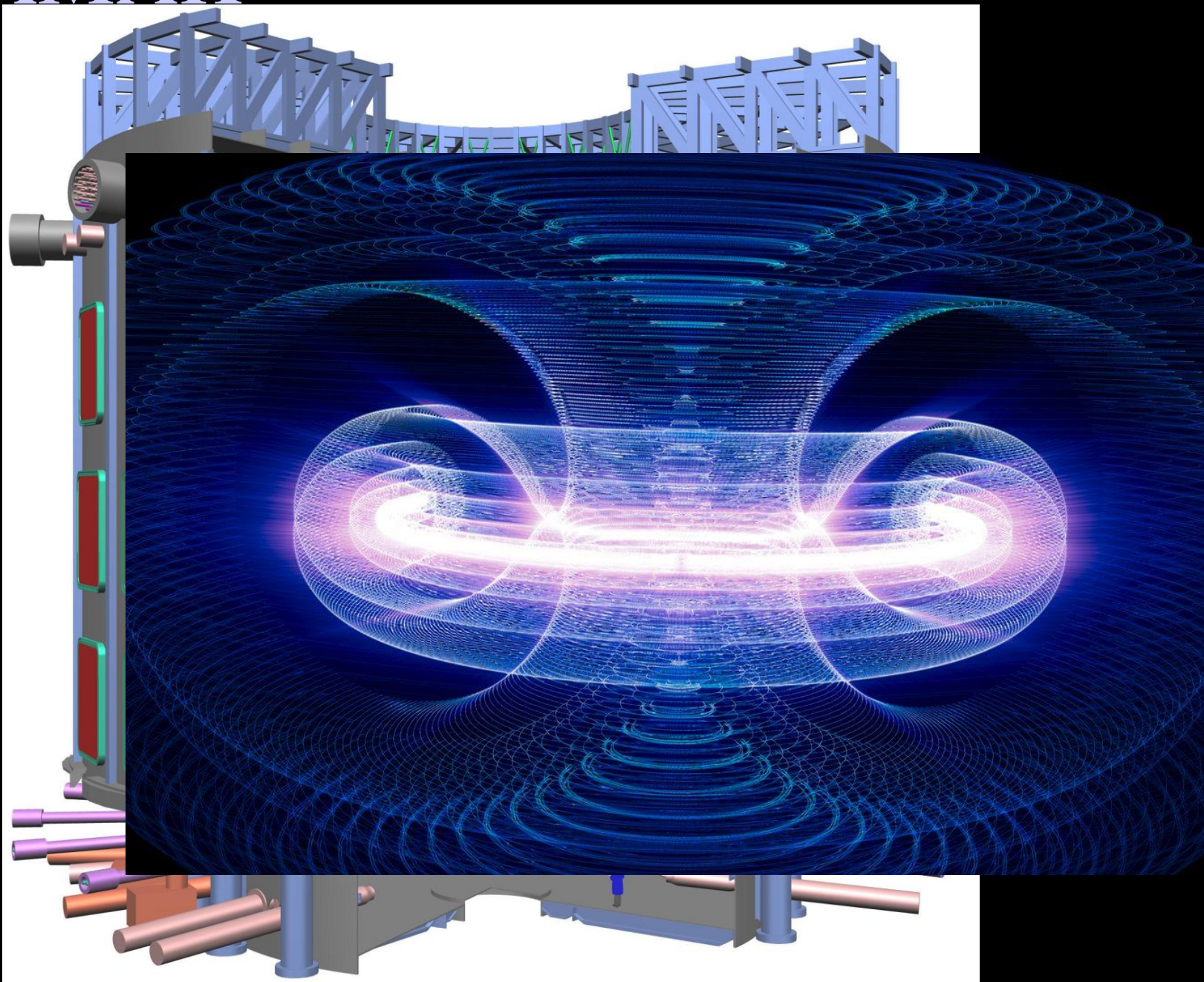
Tempo $\sim 2 \cdot 10^4 = 20\,000$ meses

~ 1700 ANOS!!!

TOKAMAK



TOKAMAK



E por que esse gás (plasma) superaquecido não se expande para o espaço, fazendo a estrela perder massa e desaparecer?...

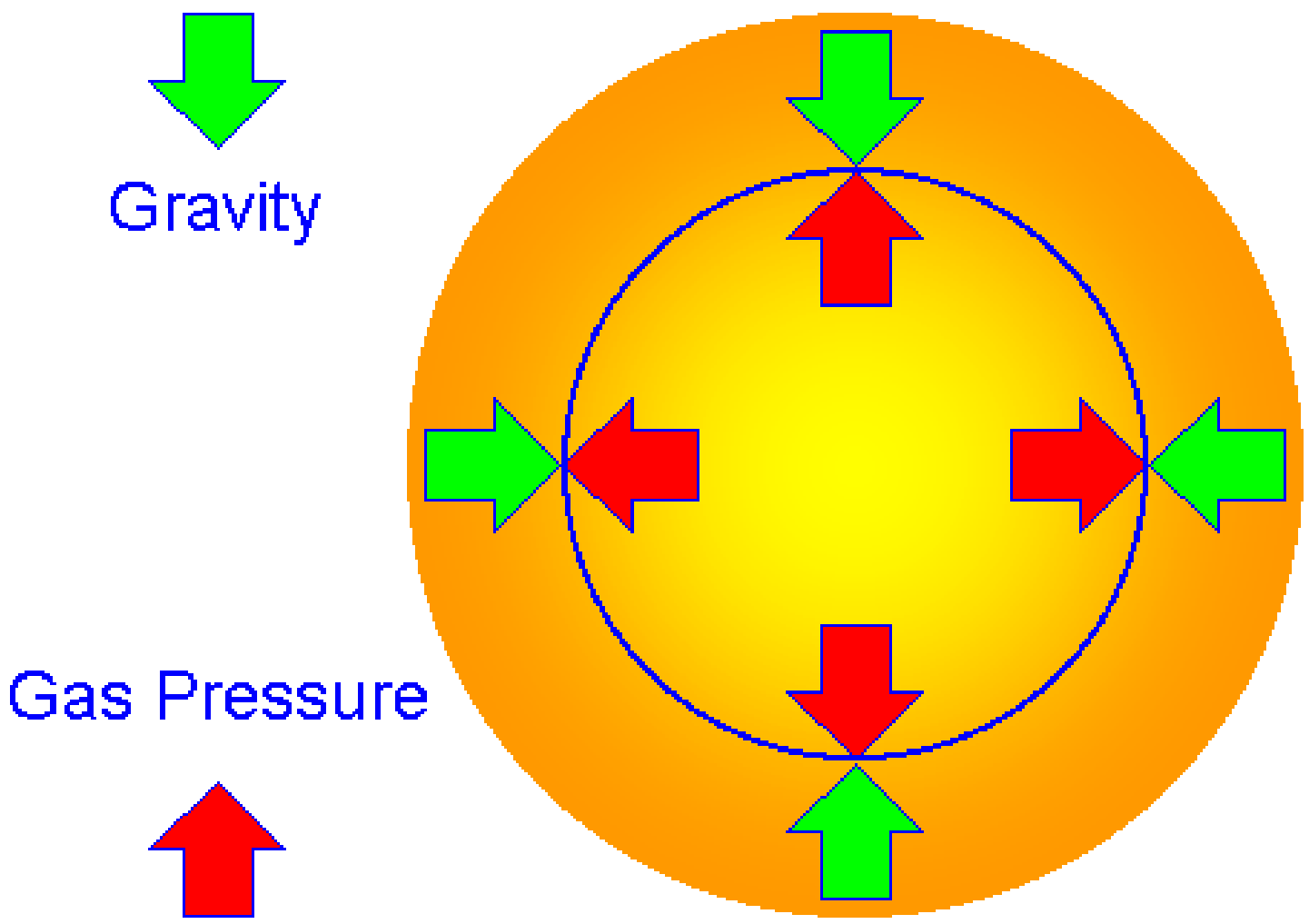
- Devido à sua autogravidade!
- Como uma estrela possui muita massa (milhares de vezes maior que a de um planeta como a Terra), sua gravidade também é enorme, conseguindo mantê-la coesa.

Em toda a estrela normal há um equilíbrio entre duas forças:

- Uma que tende a fazê-la colapsar:
 - Gravidade
- Outra que tende a fazê-la se expandir:
 - Pressão interna (devido a temperatura e densidade do seu interior)

Durante a maior parte da sua vida, uma estrela se mantém em equilíbrio hidrostático.

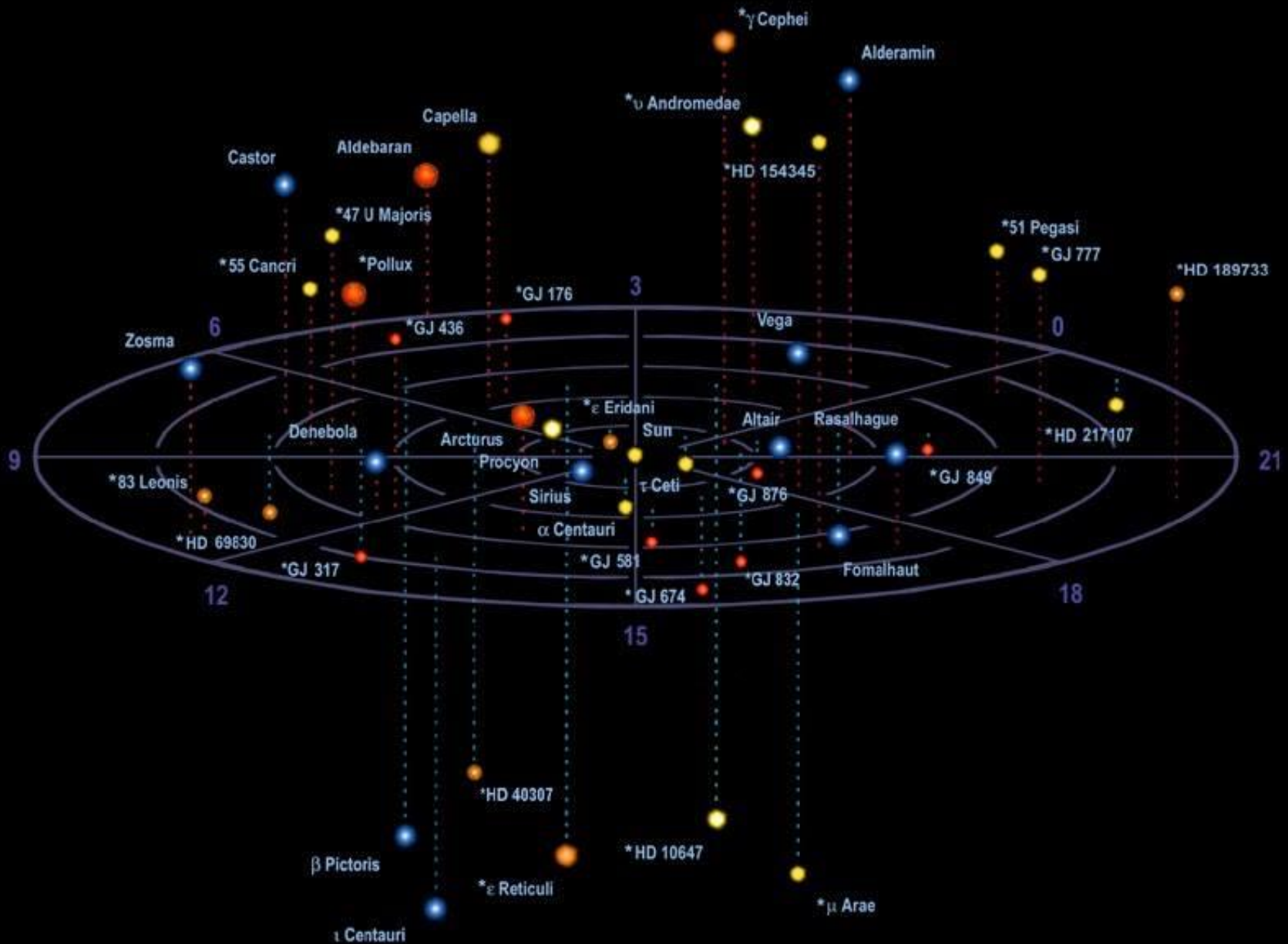
Hydrostatic Equilibrium



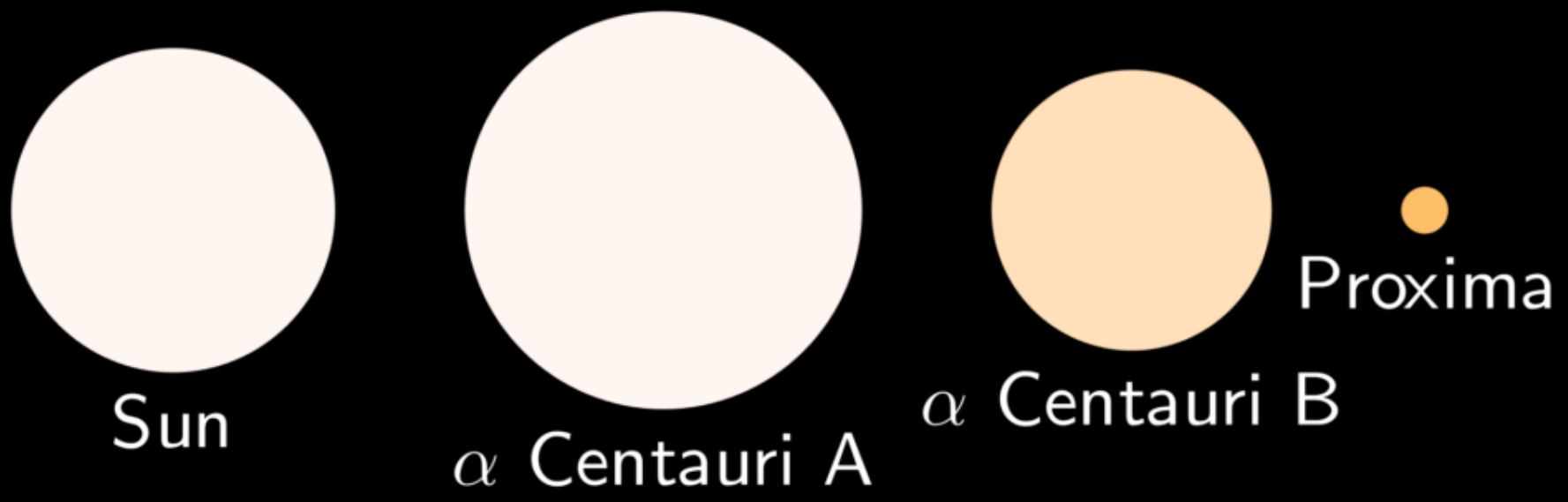
- Há bilhões de bilhões no Universo...
- Há mais estrelas no céu que grãos de areia em todas as praias da Terra! (Carl Sagan)



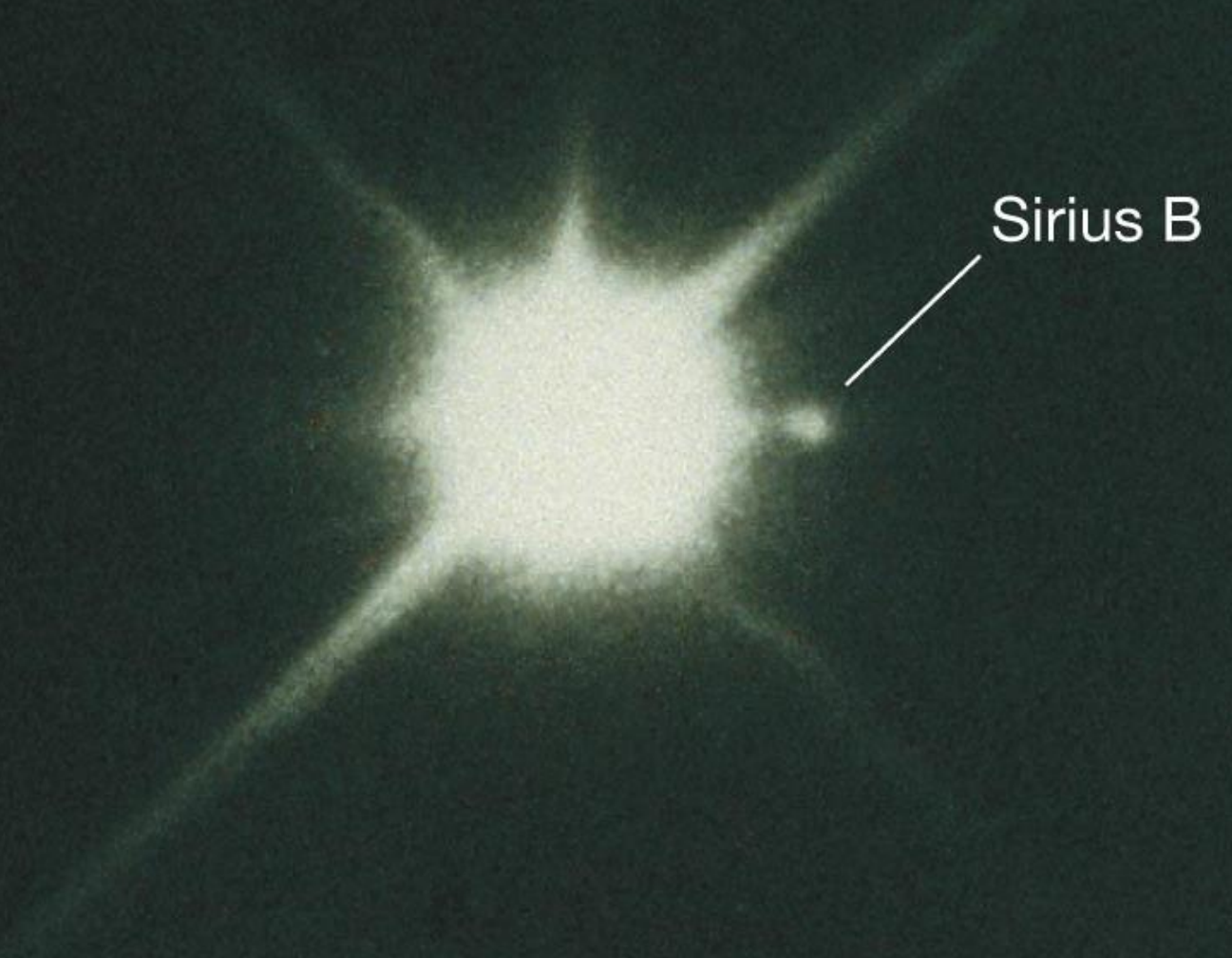
- Estrelas mais próximas do Sistema Solar



- Alfa Centauri



- Sírius



Sirius B

- Como elas se distribuem no Universo?
 - Formando aglomerados e galáxias:



Aglomerado globular Messier 92



Aglomerado globular Ômega Centauri



Aglomerado aberto M34

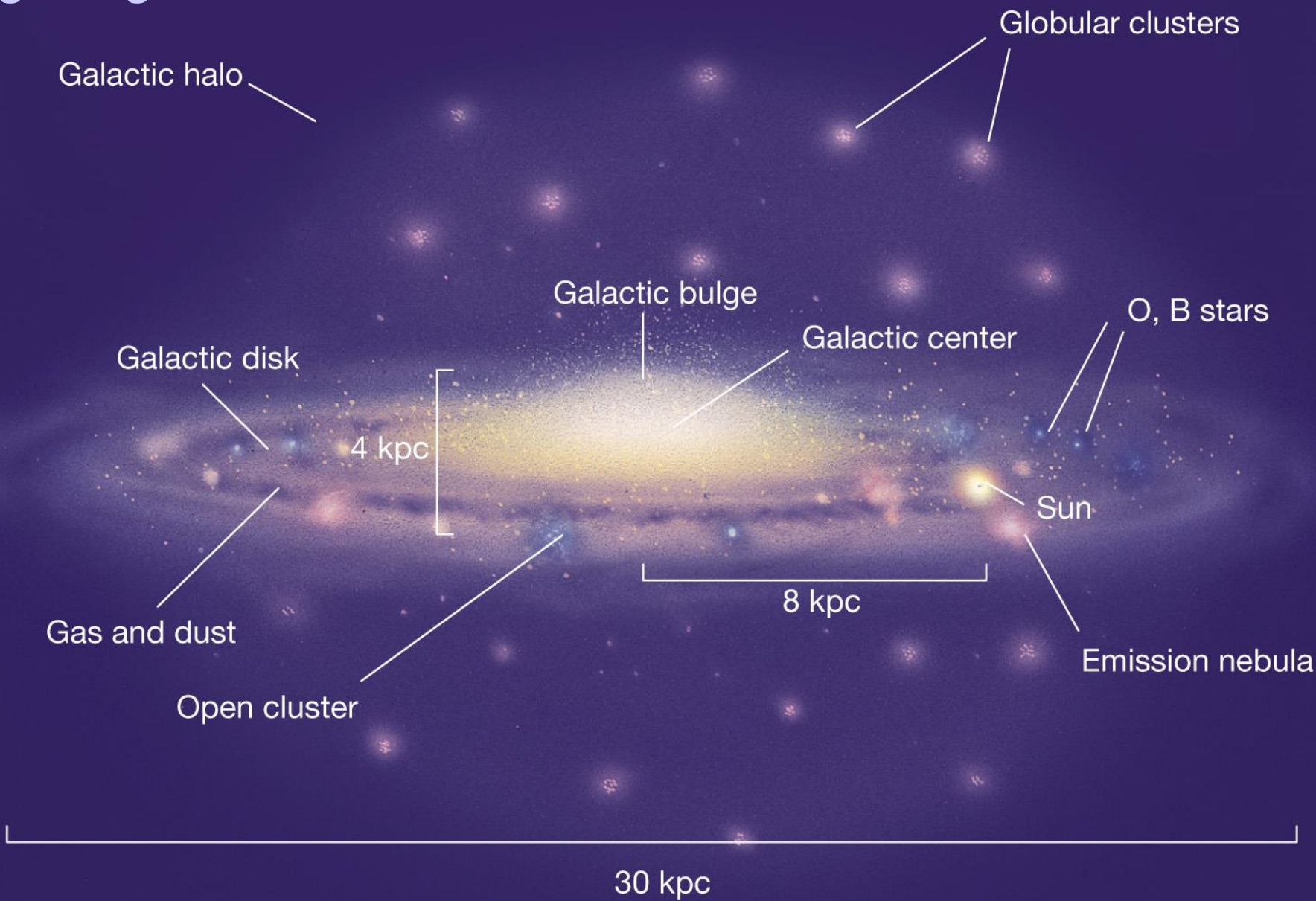


Aglomerado aberto NGC 290: "Caixa de joias"



Aglomerado globular na constelação de Hércules

Alguns aglomerados na Via Láctea



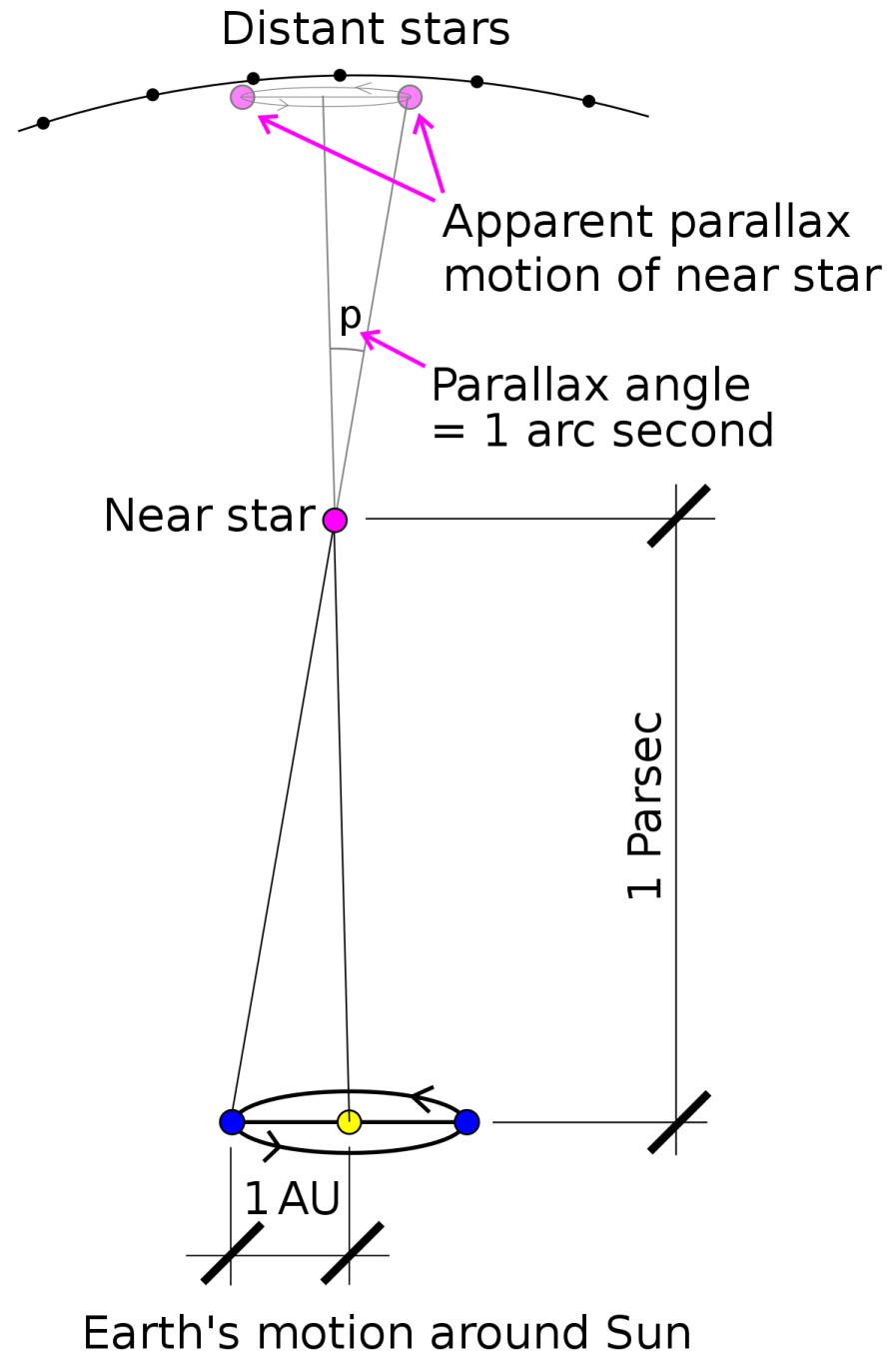
Parsec

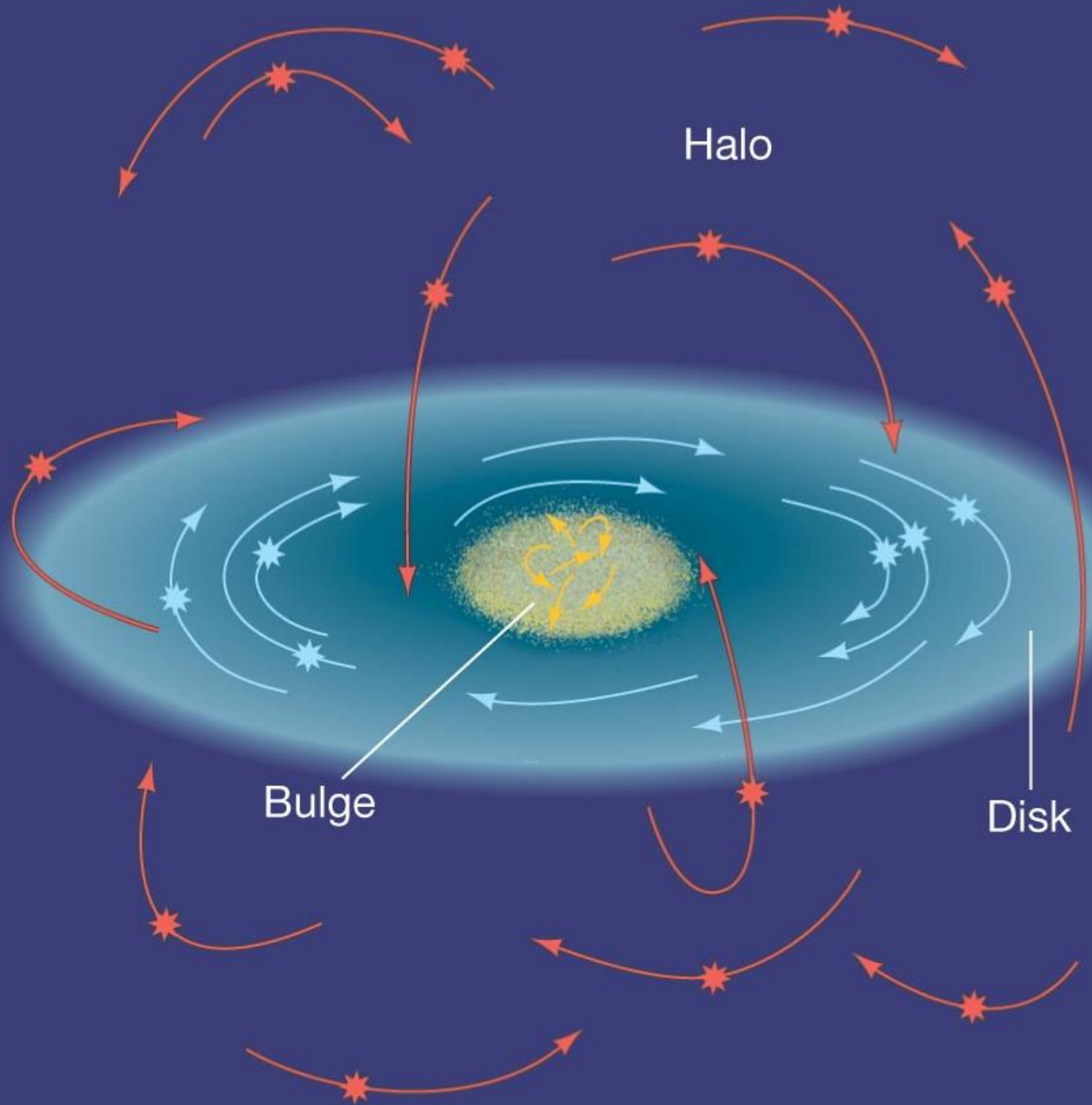
Unidades SI

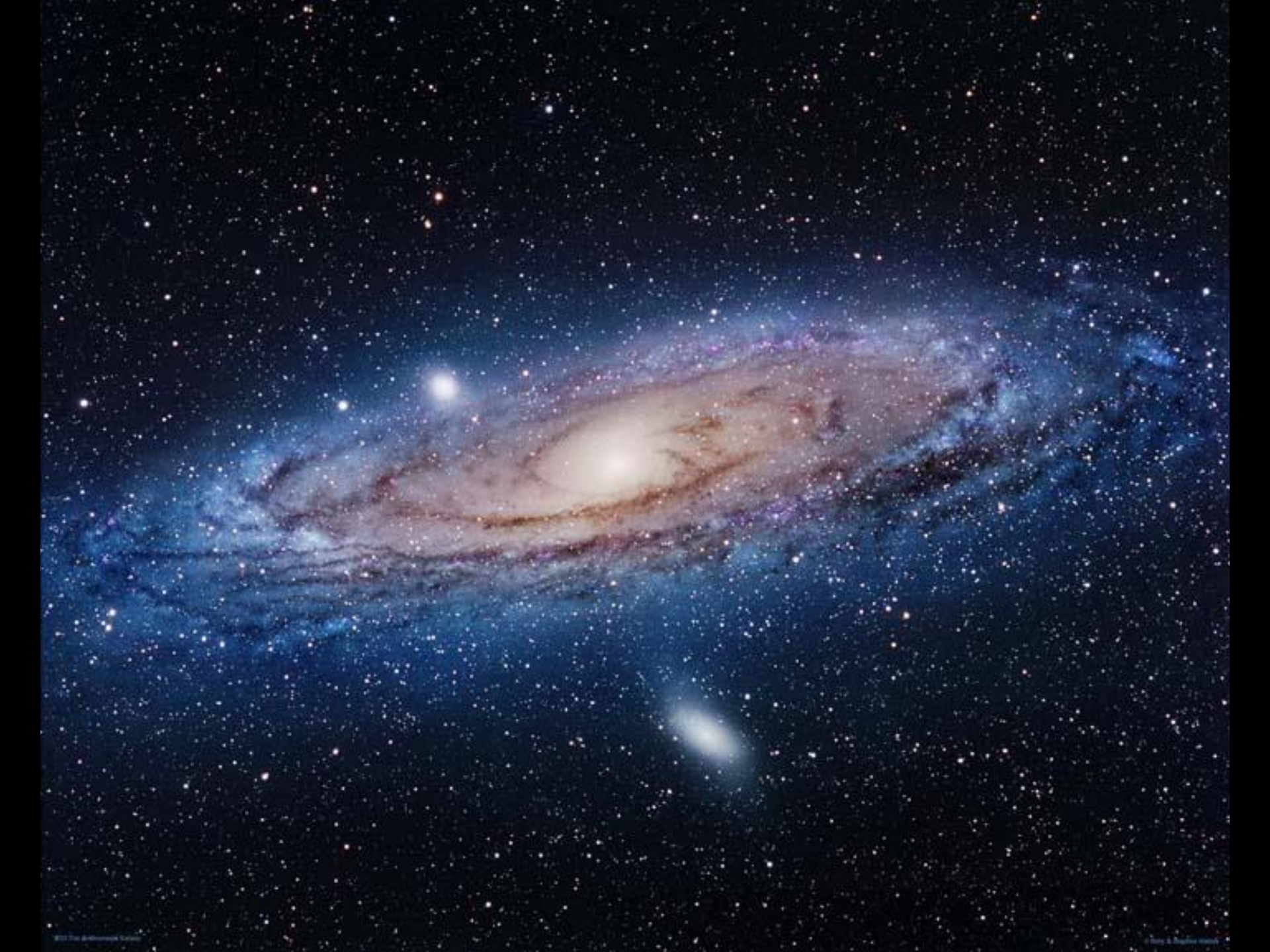
30.857×10^{12} km 30.857×10^{15} m

Unidade astronômica

206.26×10^3 AU 3,26156 ly









As Nuvens de Magalhães, galáxias satélites da Via Láctea.



© Stéphane Guisard

A Pequena Nuvem de Magalhães



A Grande Nuvem de Magalhães.

Exemplo de uma estrela típica: - o Sol



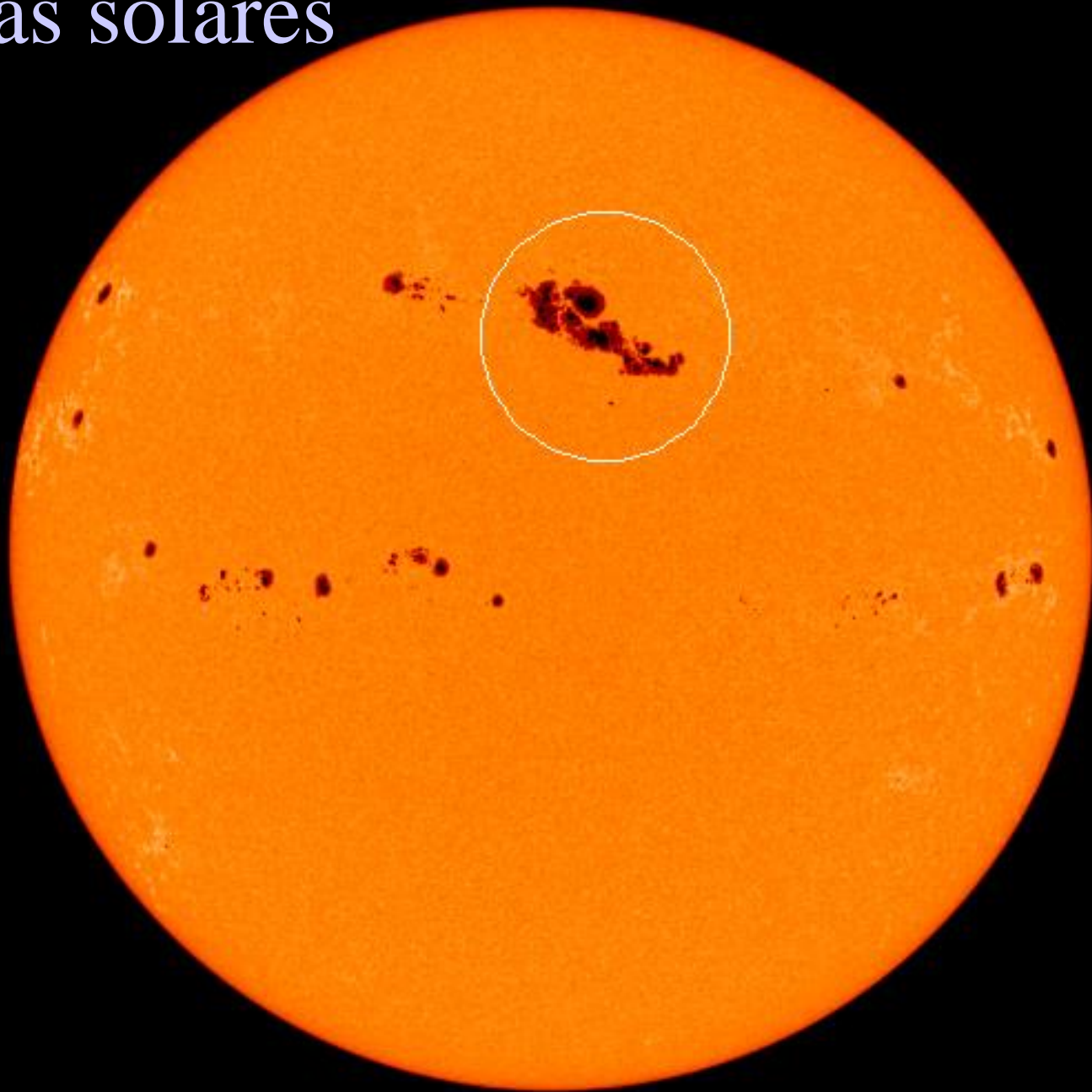




Manchas solares



Manchas solares



Características

Temperatura na superfície: 5.772 K

Raio: 696.340 km

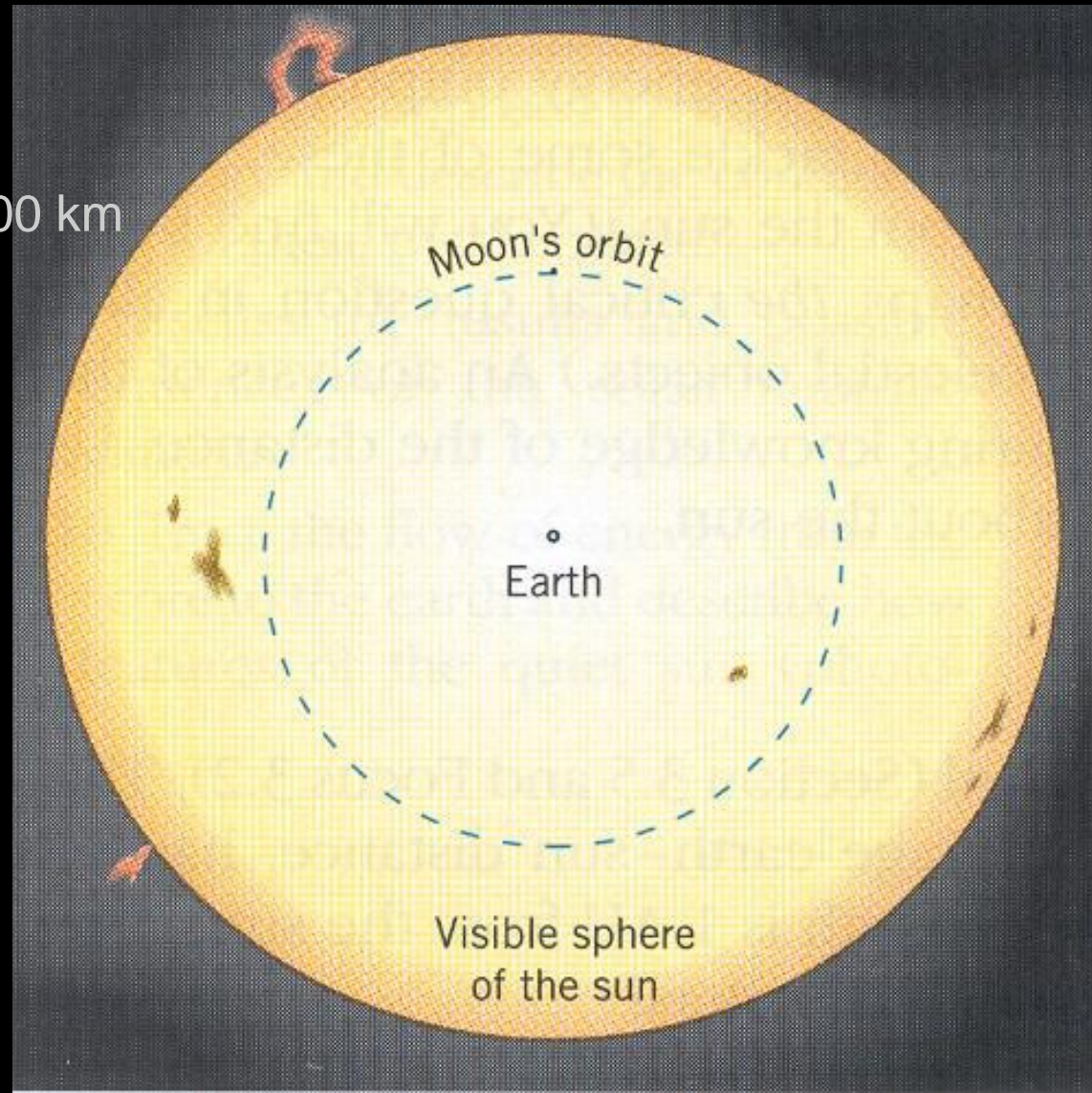
Massa: $1,989 \times 10^{30}$ kg

Gravidade: 274 m/s²

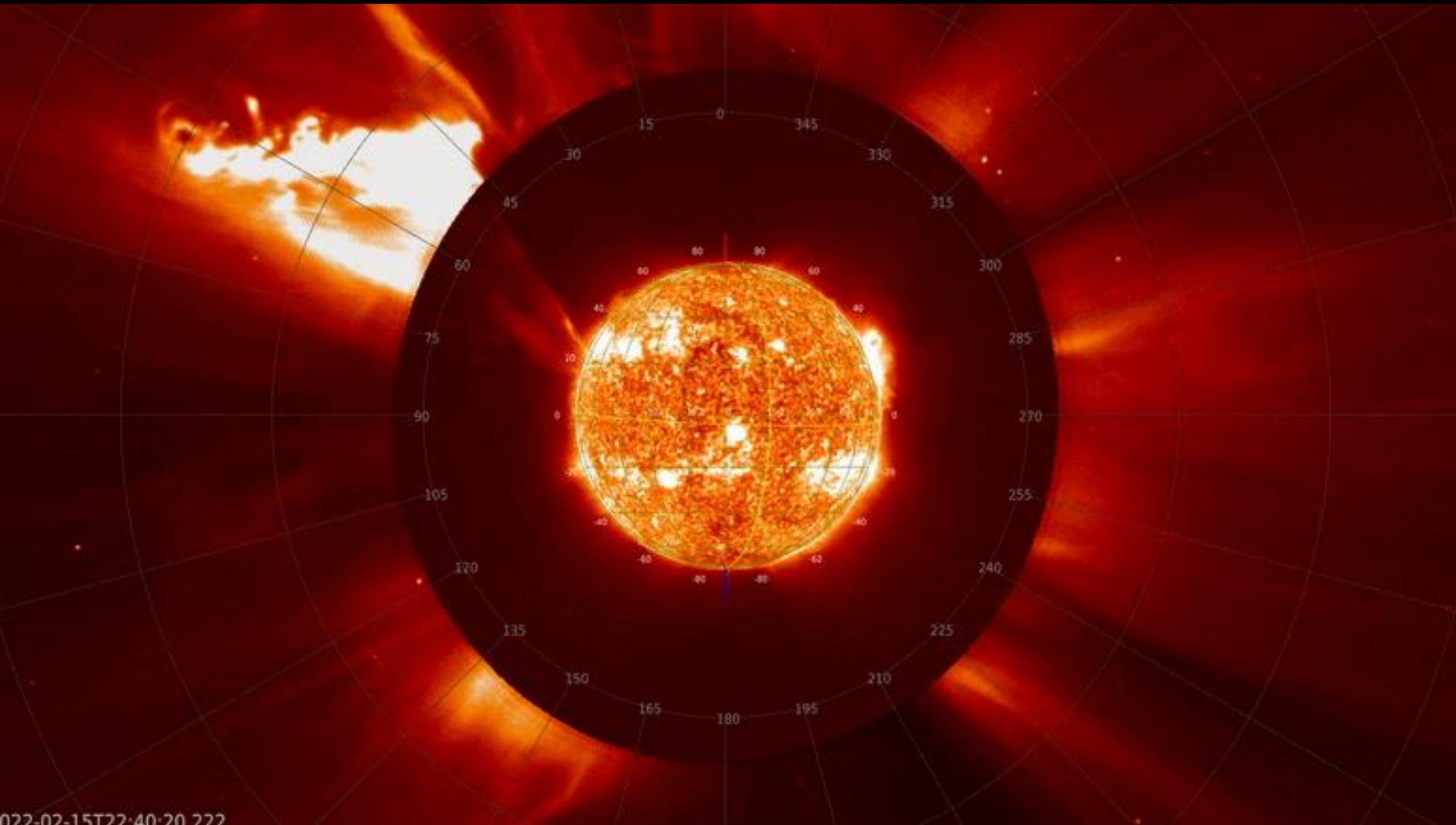
Distância da Terra: 149.600.000 km

Magnitude: -26,74

Idade: $4,603 \times 10^9$ anos



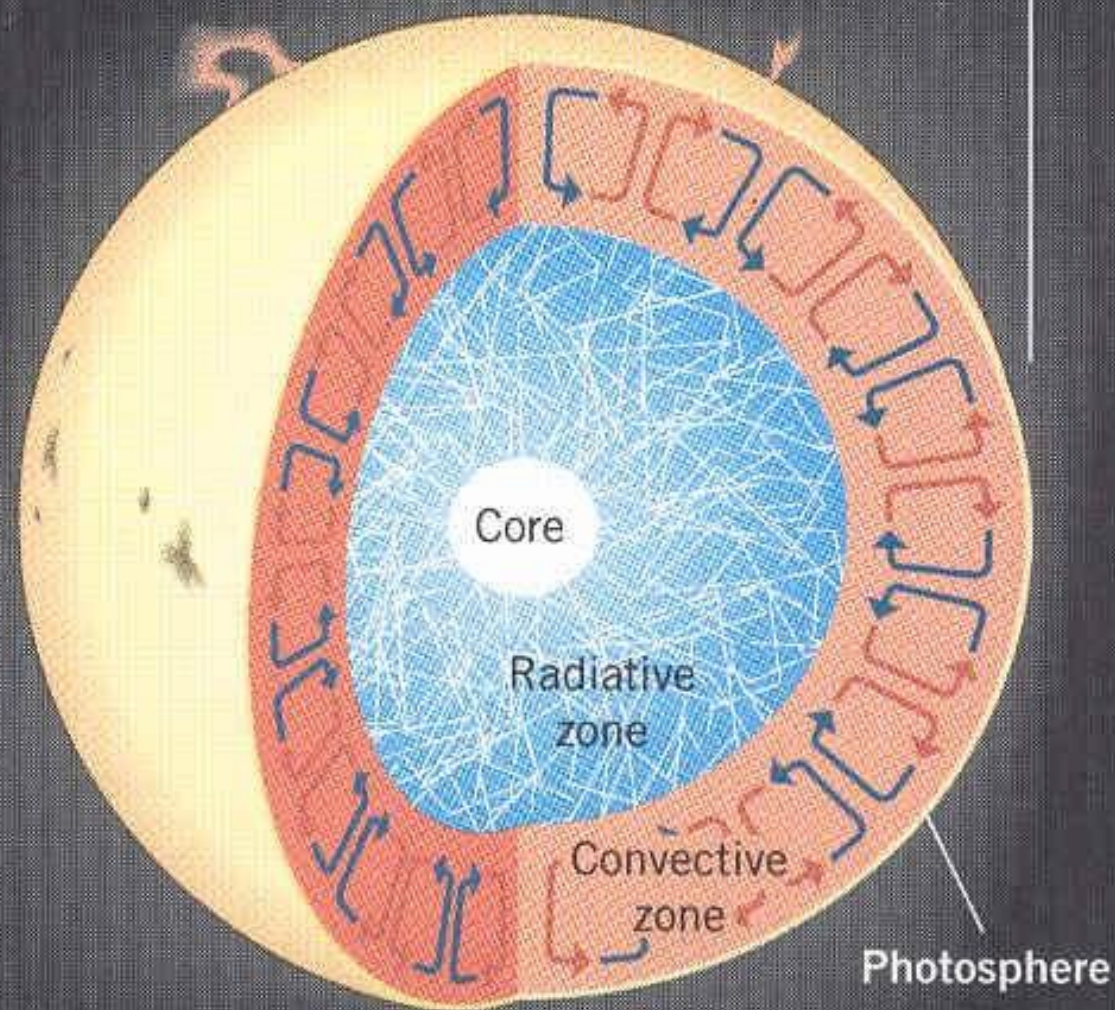
Tempestades magnéticas



Estrutura

Sun

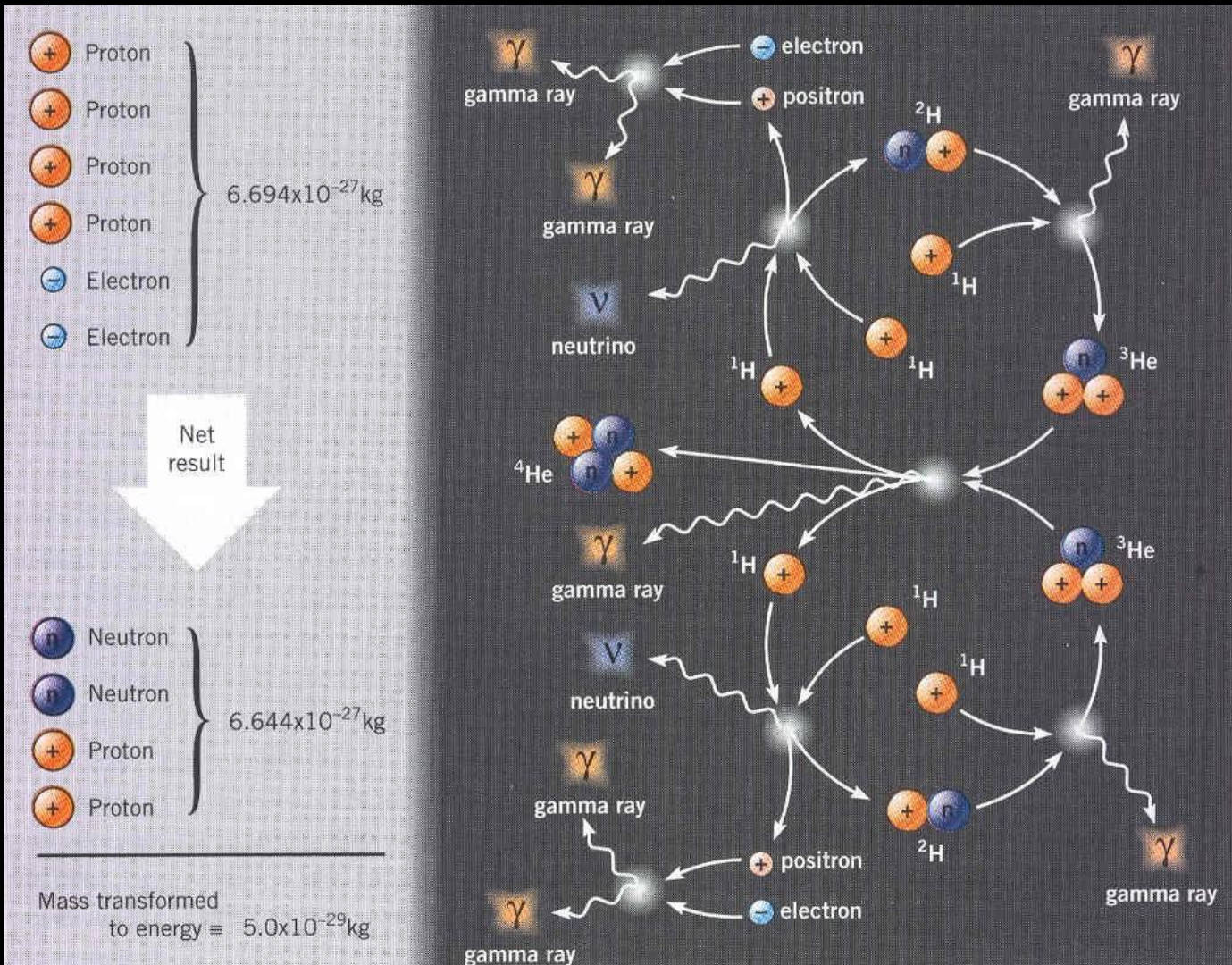
696,000 km



Photosphere

Corona

Reação próton-próton:

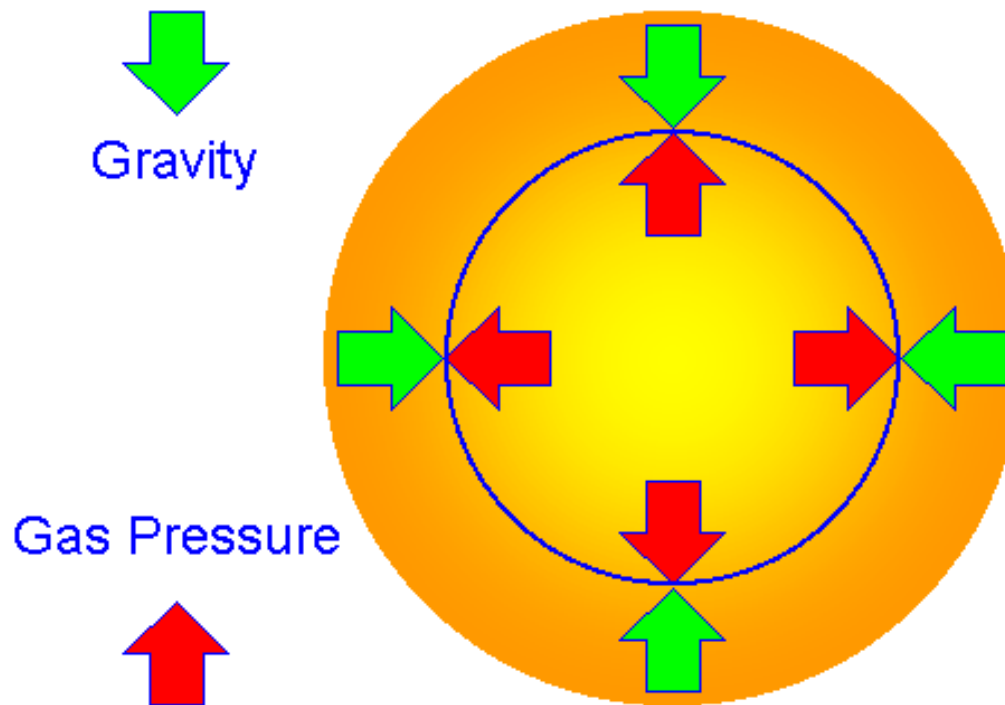


Massa inicial: $6,694 \times 10^{-27} \text{ kg}$; massa final: $6,644 \times 10^{-27} \text{ kg}$

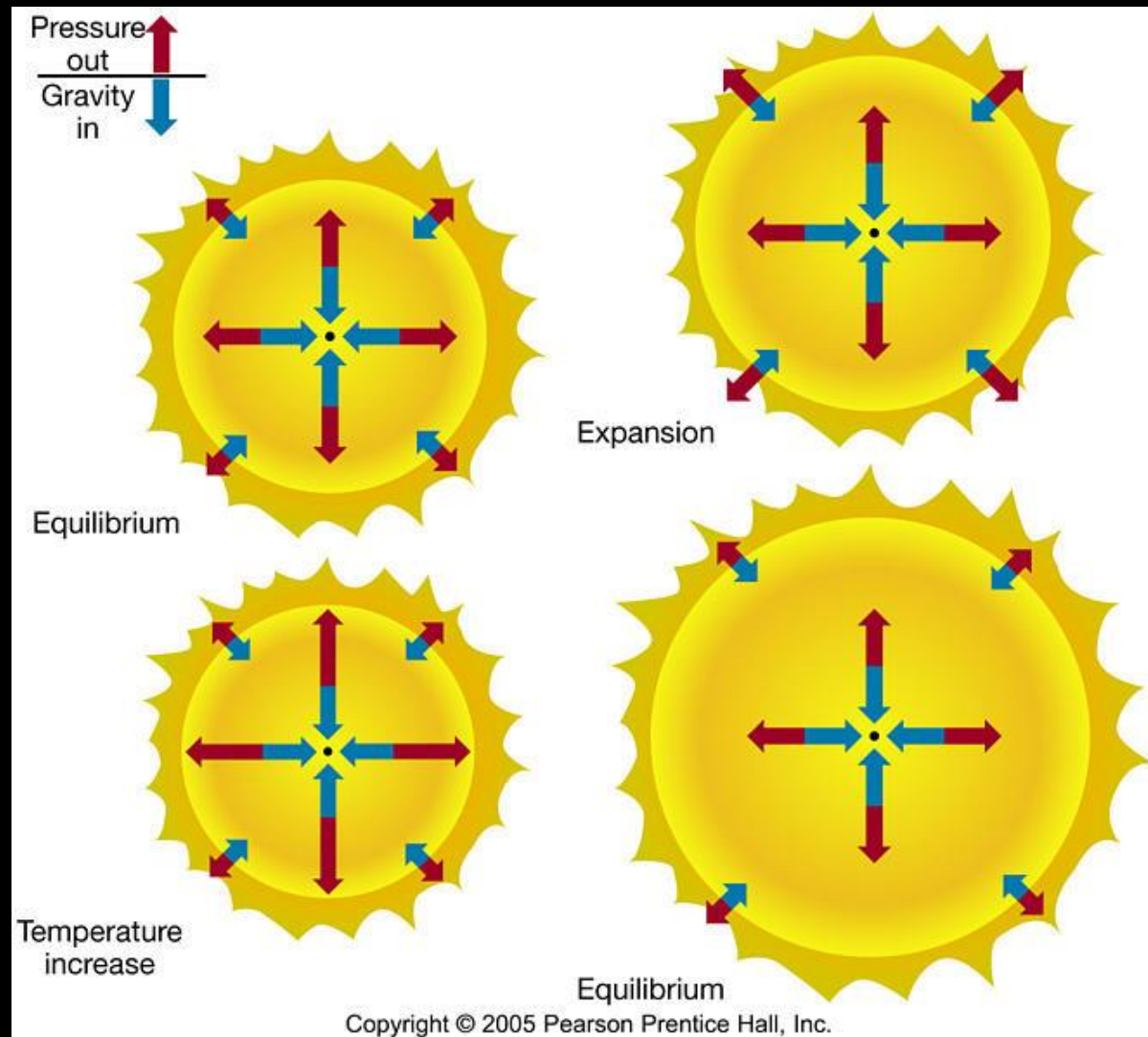
$5,0 \times 10^{-29} \text{ kg}$ transformados em energia: $E = mc^2$

Se o núcleo é tão quente e há tanta energia liberada, por que o Sol não se expande, ou explode?...

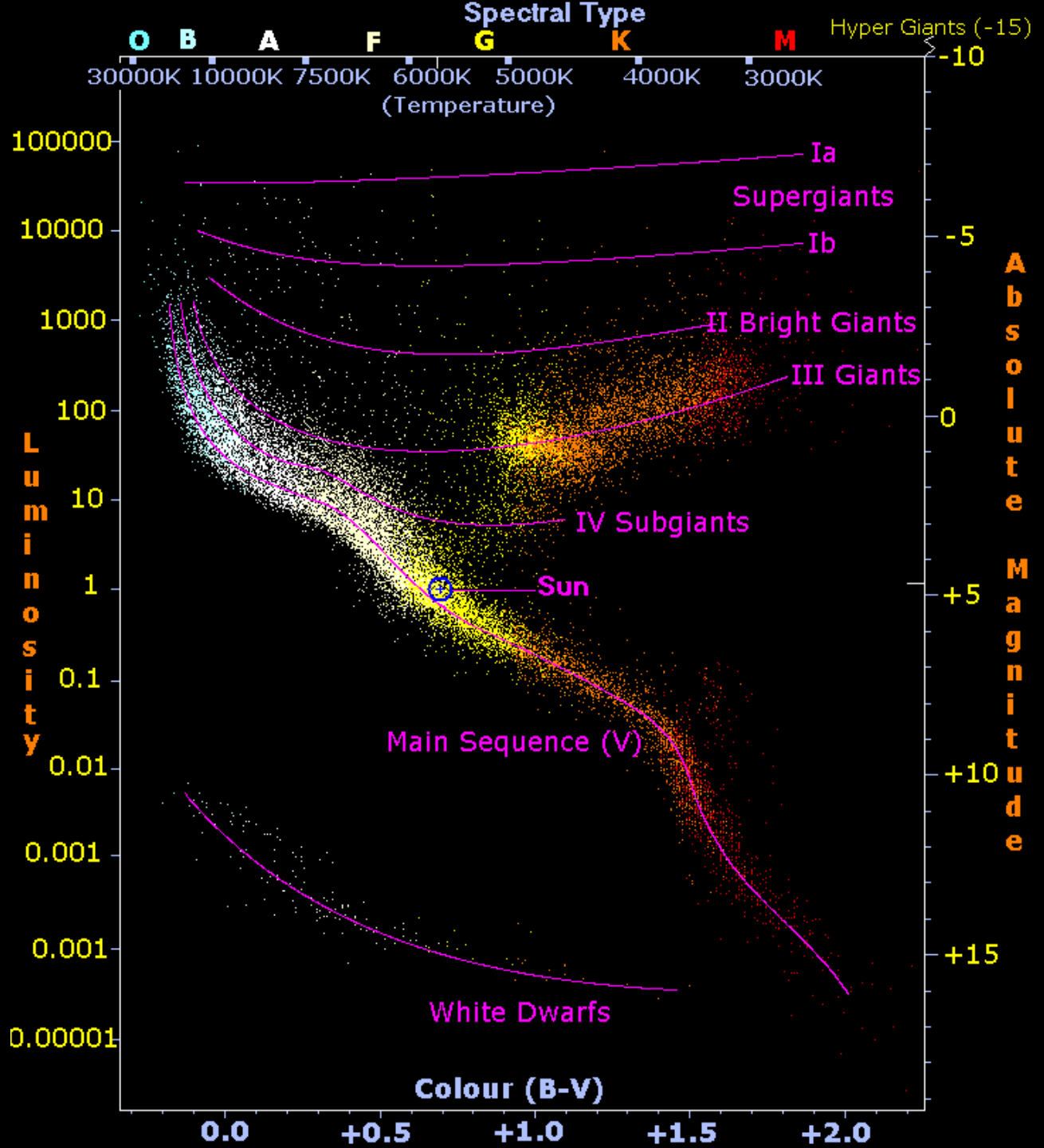
Hydrostatic Equilibrium

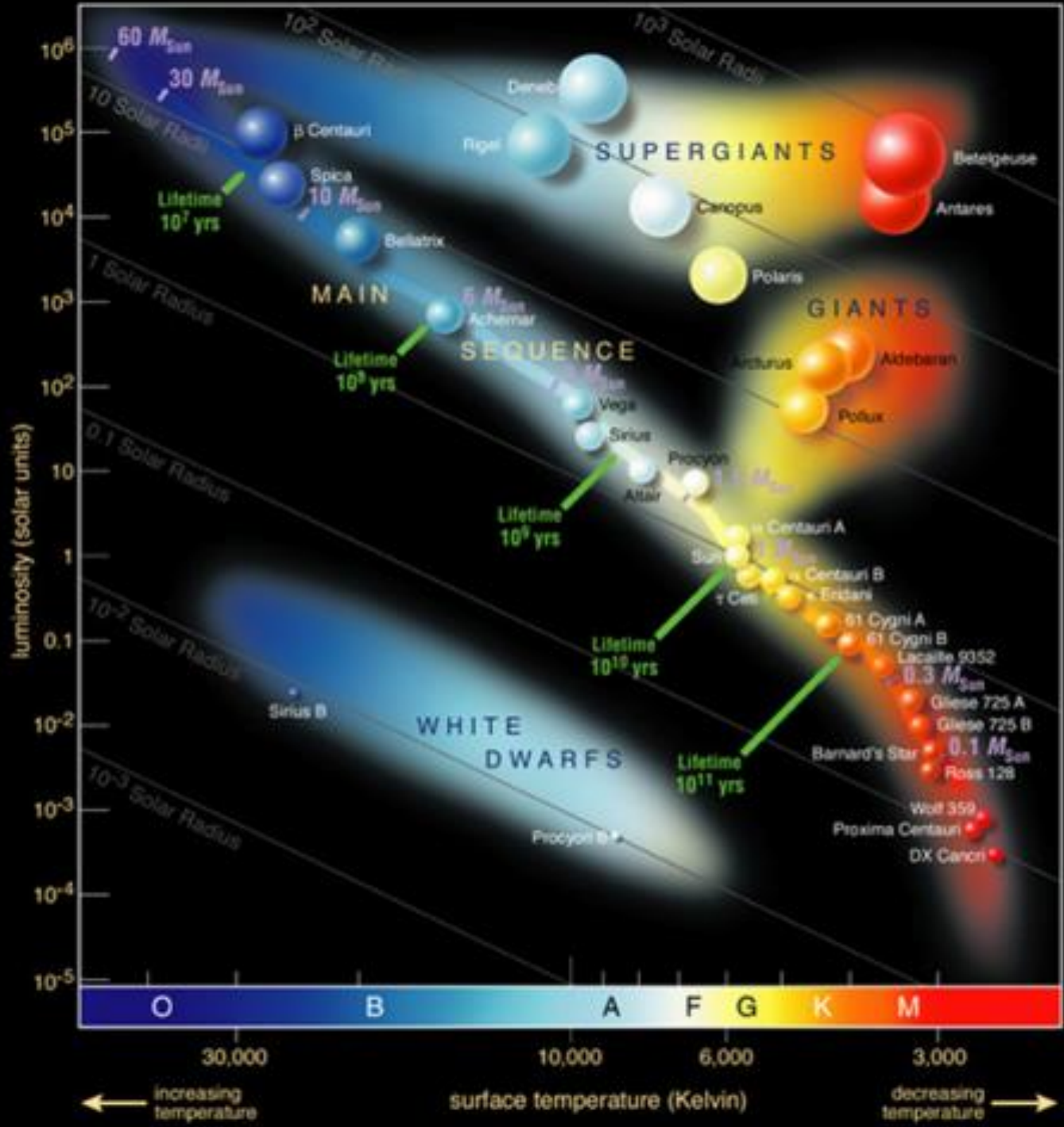


Quanto surge um desequilíbrio dessas forças, a estrela se expande ou contrai:

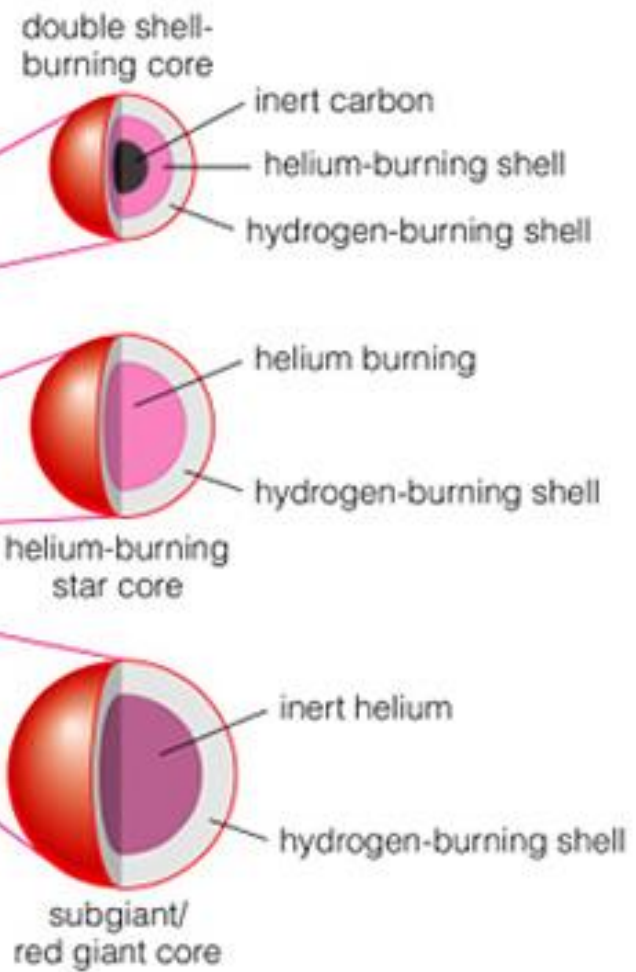
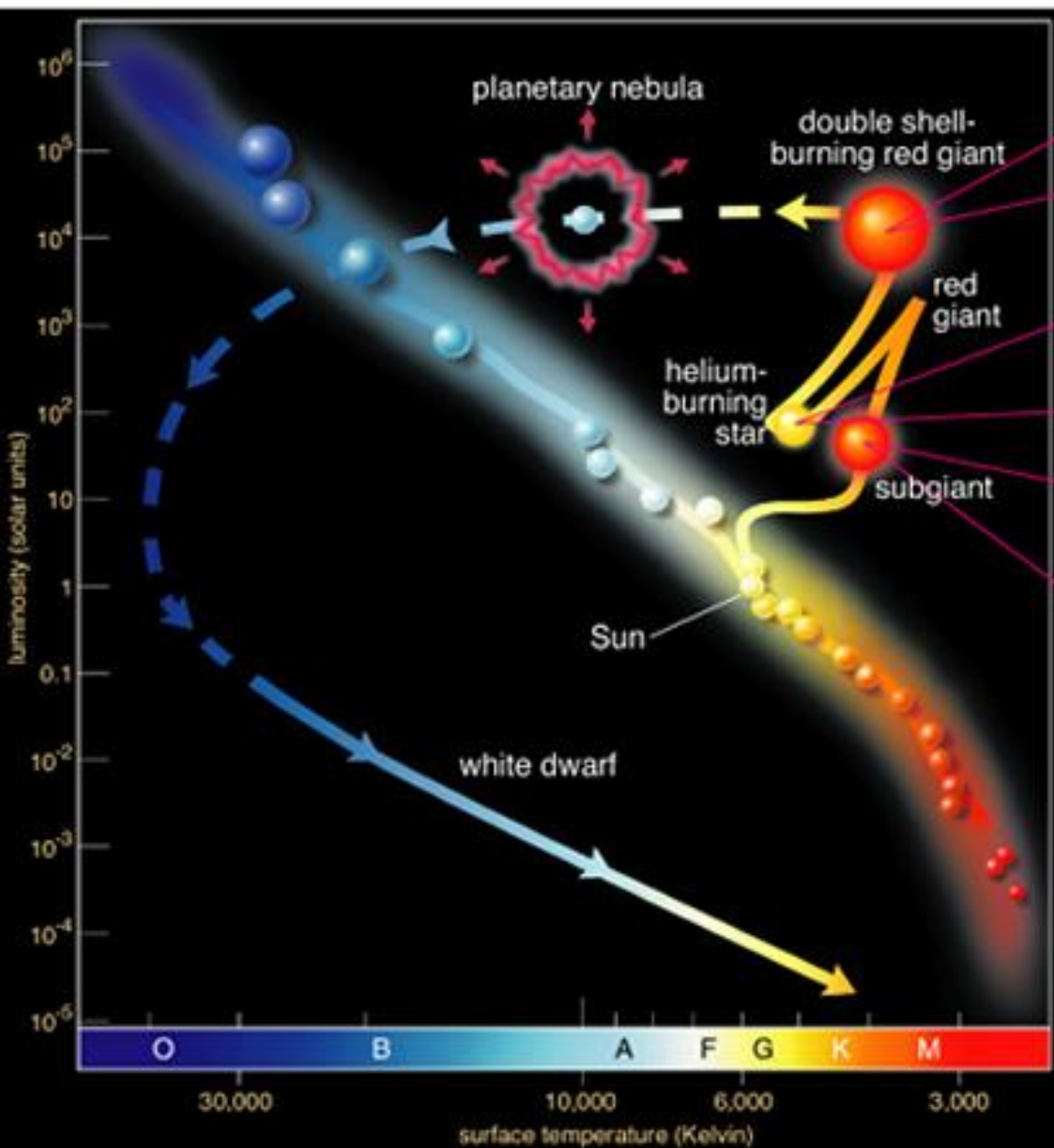


Classificação das estrelas e o Diagrama H-R:





← increasing temperature surface temperature (Kelvin) decreasing temperature →

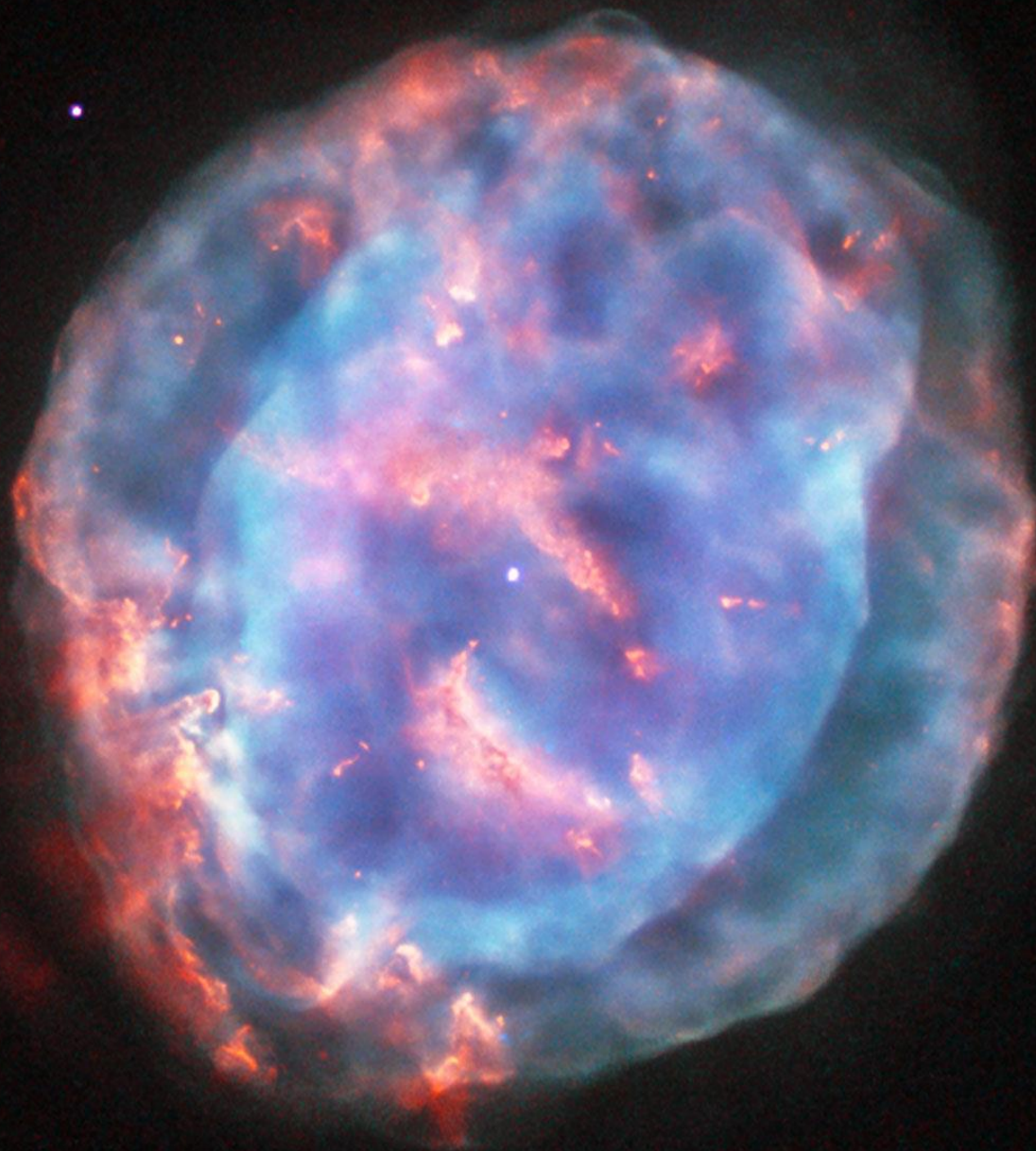


O CICLO DE VIDA DE UMA ESTRELA





Nebulosa planetária com anã branca no centro.



Nebulosa planetária com anã branca no centro.