



# La fertilità delle stelle

**di Antonio Calfapietra**

Convegno S.I.A. sez. Marche, Emilia Romagna, Rep. San Marino – Ancona, 1 ottobre 2016



## La fertilità delle stelle



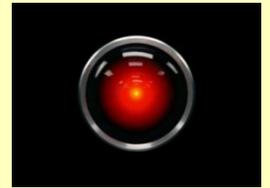
***Ogni atomo del nostro corpo proviene da una stella che ha esaurito il suo ciclo.***

***Non saremmo qui se le stelle non fossero esplose, poiché gli elementi alla base della vita sono stati generati dalle stelle stesse.***

***Tutti noi siamo «polvere di stelle».***



# La fertilità delle stelle



## Equazioni di Maxwell (nel vuoto)

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = 0$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

$$\nabla \wedge \mathbf{E} = - \dot{\mathbf{B}}$$

$$\nabla \wedge \mathbf{B} = \mu\epsilon \dot{\mathbf{E}}$$



# La fertilità delle stelle



## Forze fondamentali

- Forza elettromagnetica
- Forza elettrodebole
- Forza nucleare forte
- Forza gravitazionale



# La fertilità delle stelle



## Peter Higgs (1929)





# La fertilità delle stelle



## Come inizia il ciclo vitale di una stella

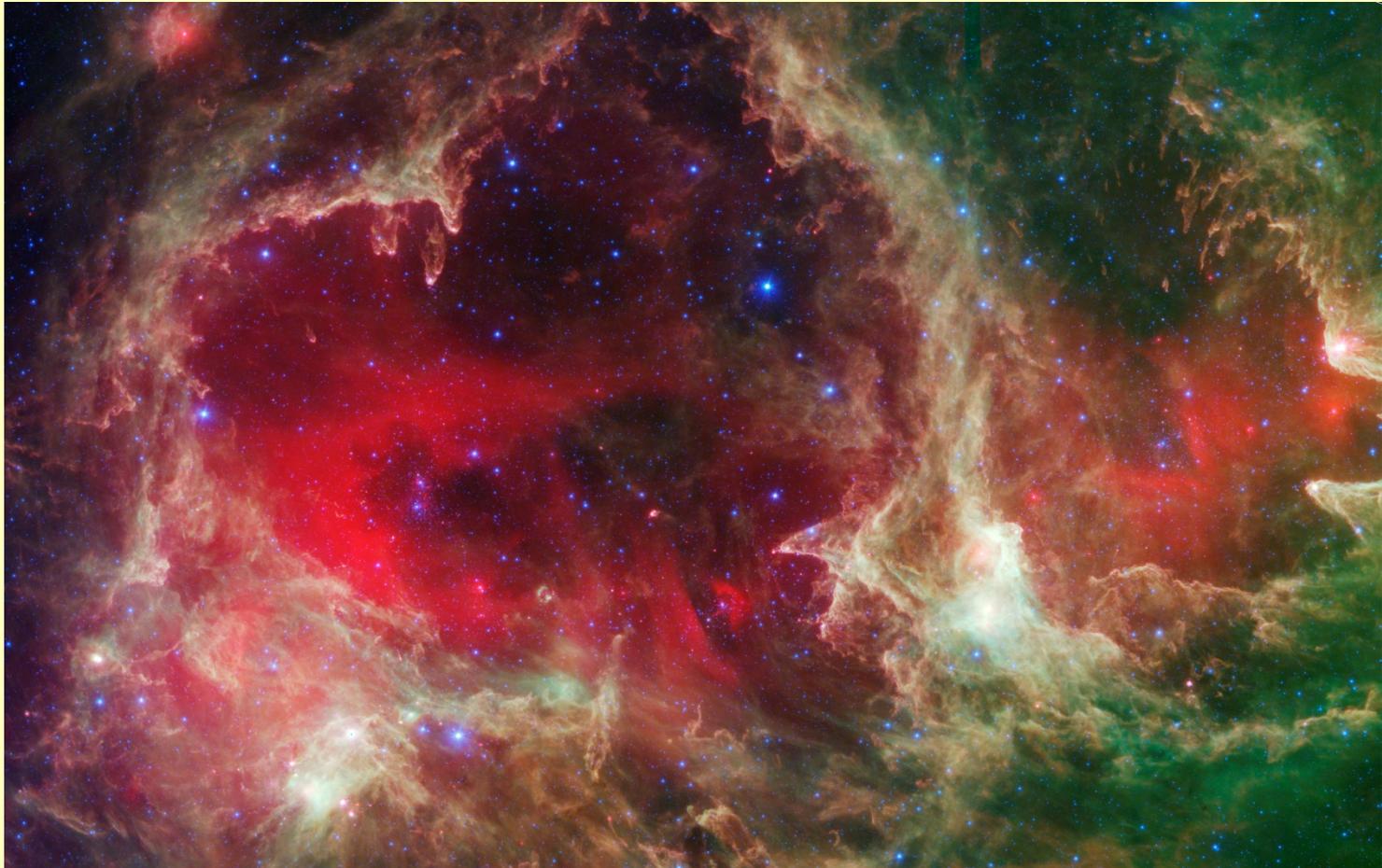
- Le stelle nascono dal gas presente nelle galassie. Il gas è prevalentemente costituito da nubi di idrogeno neutro e ionizzato.
- A causa della gravità le nubi si contraggono e si addensano.
- L'innesco delle reazioni nucleari avviene perché la protostella continua a contrarsi per gravità facendo salire la temperatura al centro.
- Per avere una stella vera e propria è necessario arrivare alla fusione dell'idrogeno, che si innesca a circa  $15 \cdot 10^6$  °K.
- L'obiettivo viene raggiunto soltanto se la massa della struttura è superiore a circa 0,08 masse solari.



# La fertilità delle stelle



## Nursery 1/5





# La fertilità delle stelle



## Nursery 2/5





# La fertilità delle stelle



## Nursery 3/5





# La fertilità delle stelle



## Nursery 4/5





# La fertilità delle stelle



## Nursery 5/5





# La fertilità delle stelle



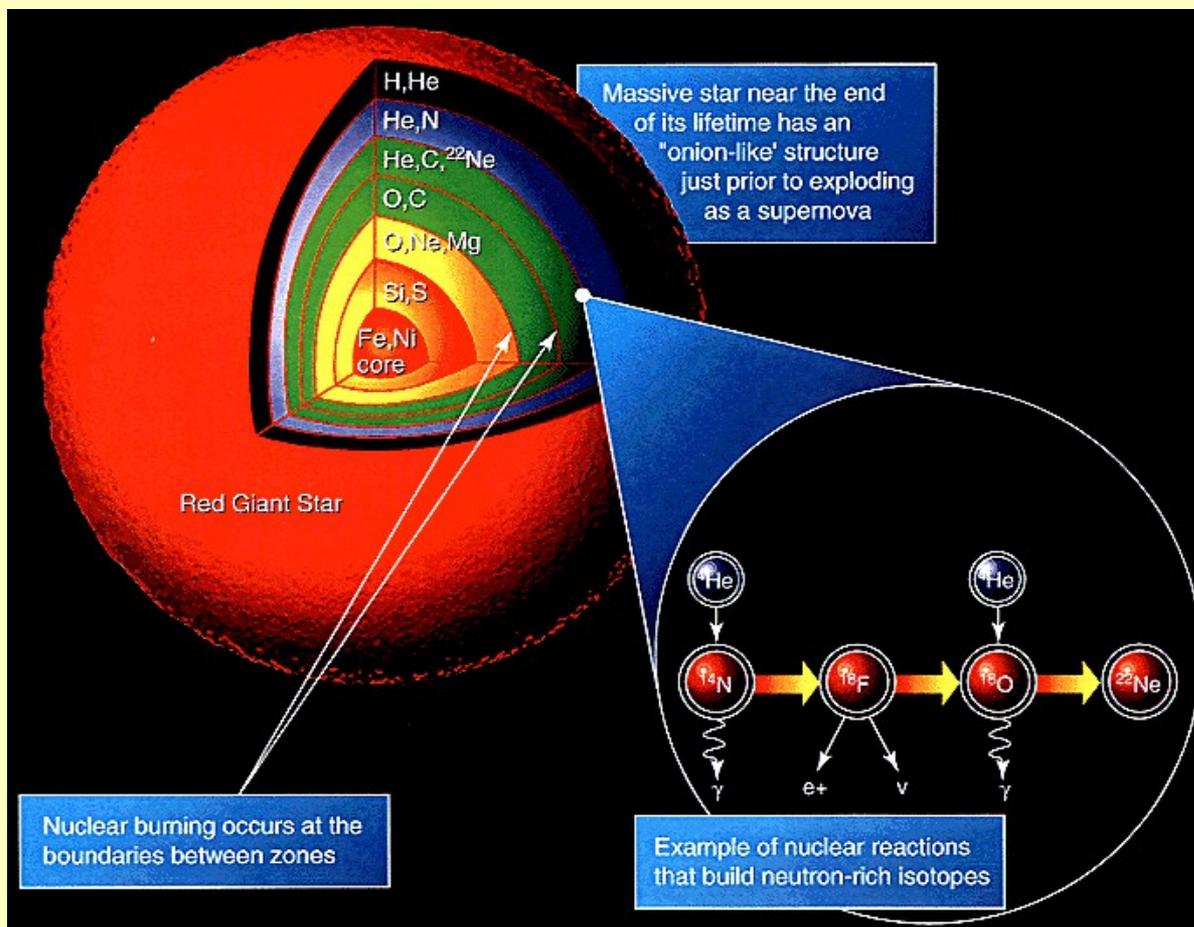
## Come prosegue il ciclo vitale di una stella

- Durante il ciclo vitale si raggiunge un equilibrio tra la forza di gravità e la pressione di radiazione causata dalle reazioni termonucleari al suo interno.
- Allo stato di plasma gli atomi catturano i neutroni liberi diventando nuovi isotopi. Quando si forma un isotopo radioattivo esso decade per decadimento  $\beta$  dando vita ad un nuovo elemento.
- Per le stelle più massicce il processo di fusione nucleare permette la formazione di atomi pesanti (fino al  $^{56}\text{Fe}$ ).



# La fertilità delle stelle

## Formazione degli atomi pesanti





# La fertilità delle stelle



## Come termina il ciclo vitale di una stella

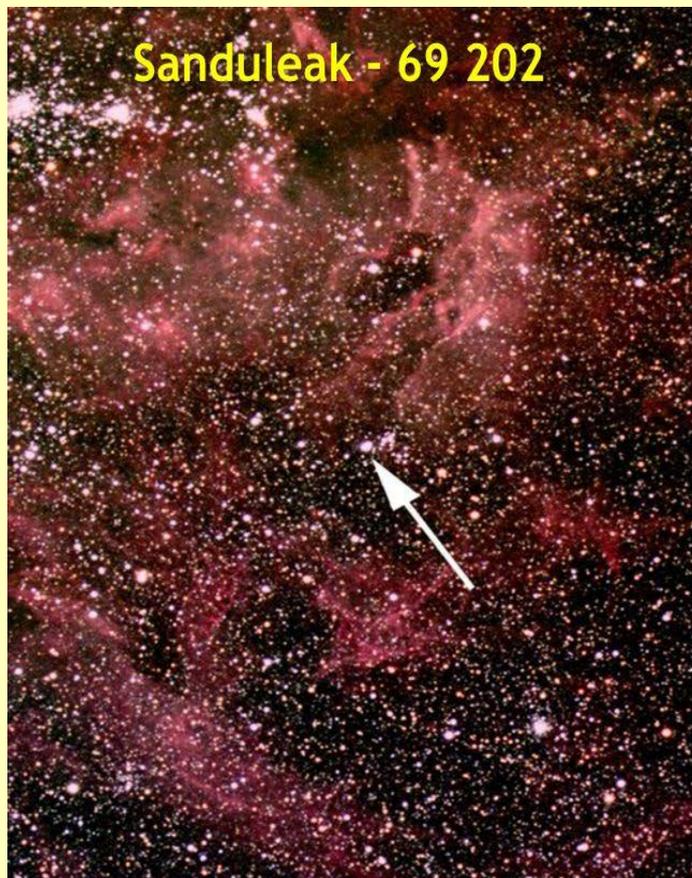
- Quando l'idrogeno termina la stella collassa per gravità.
- A seconda della sua massa la stella può diventare una nana bianca (massa  $< 1.44$  masse solari) oppure una stella di neutroni o un buco nero (massa  $> 1.44$  masse solari).
- Per stelle ancora più massicce si verifica un'esplosione che trasforma la stella in una supernova. A causa di questa esplosione si formano gli elementi più pesanti del ferro.
- Quasi tutta la massa della stella viene scagliata nello spazio.



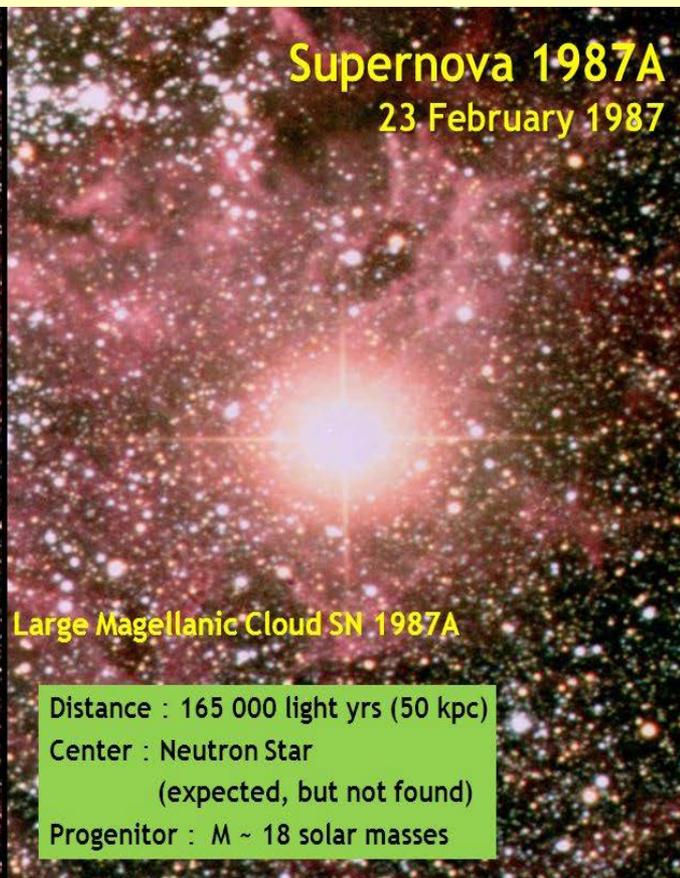
# La fertilità delle stelle



## I viaggi degli atomi – Le Supernovae 1/3



Sanduleak - 69 202



Supernova 1987A  
23 February 1987

Large Magellanic Cloud SN 1987A

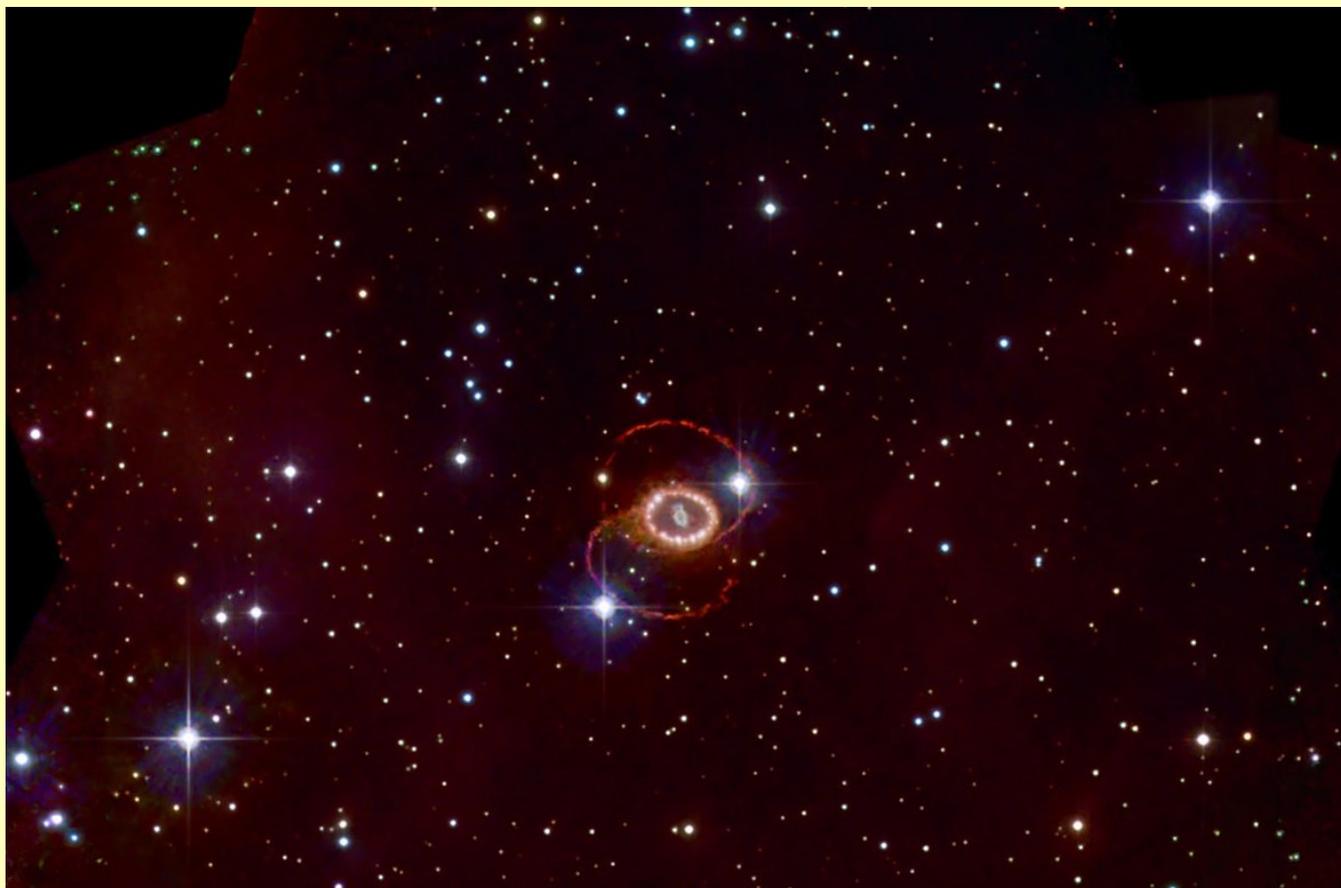
Distance : 165 000 light yrs (50 kpc)  
Center : Neutron Star  
(expected, but not found)  
Progenitor : M ~ 18 solar masses



# La fertilità delle stelle



## I viaggi degli atomi – Le Supernovae 2/3

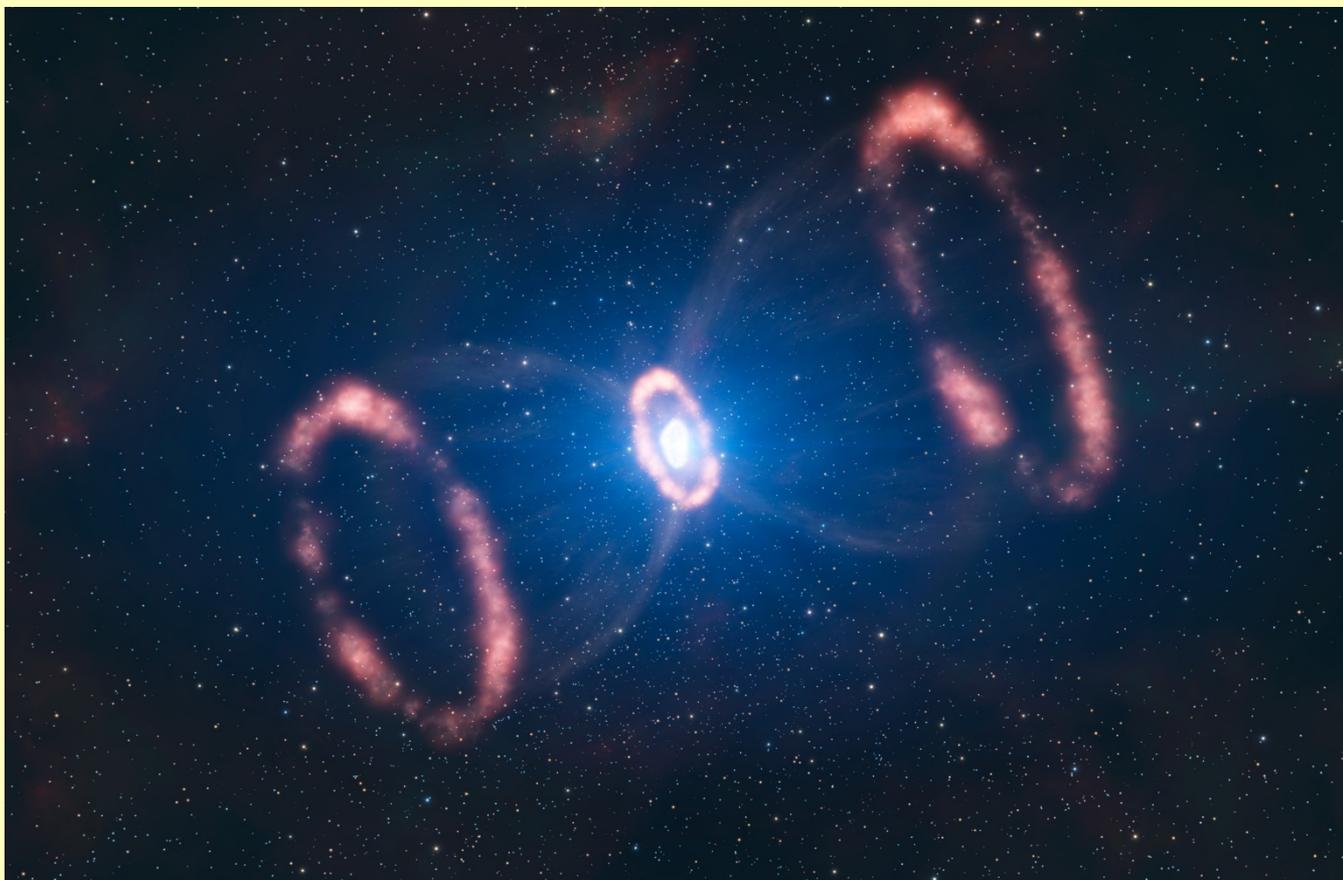




# La fertilità delle stelle

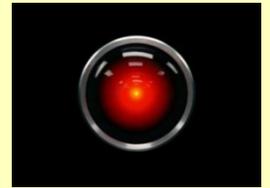


## I viaggi degli atomi – Le Supernovae 3/3





# La fertilità delle stelle



## I viaggi degli atomi – Vento solare 1/3

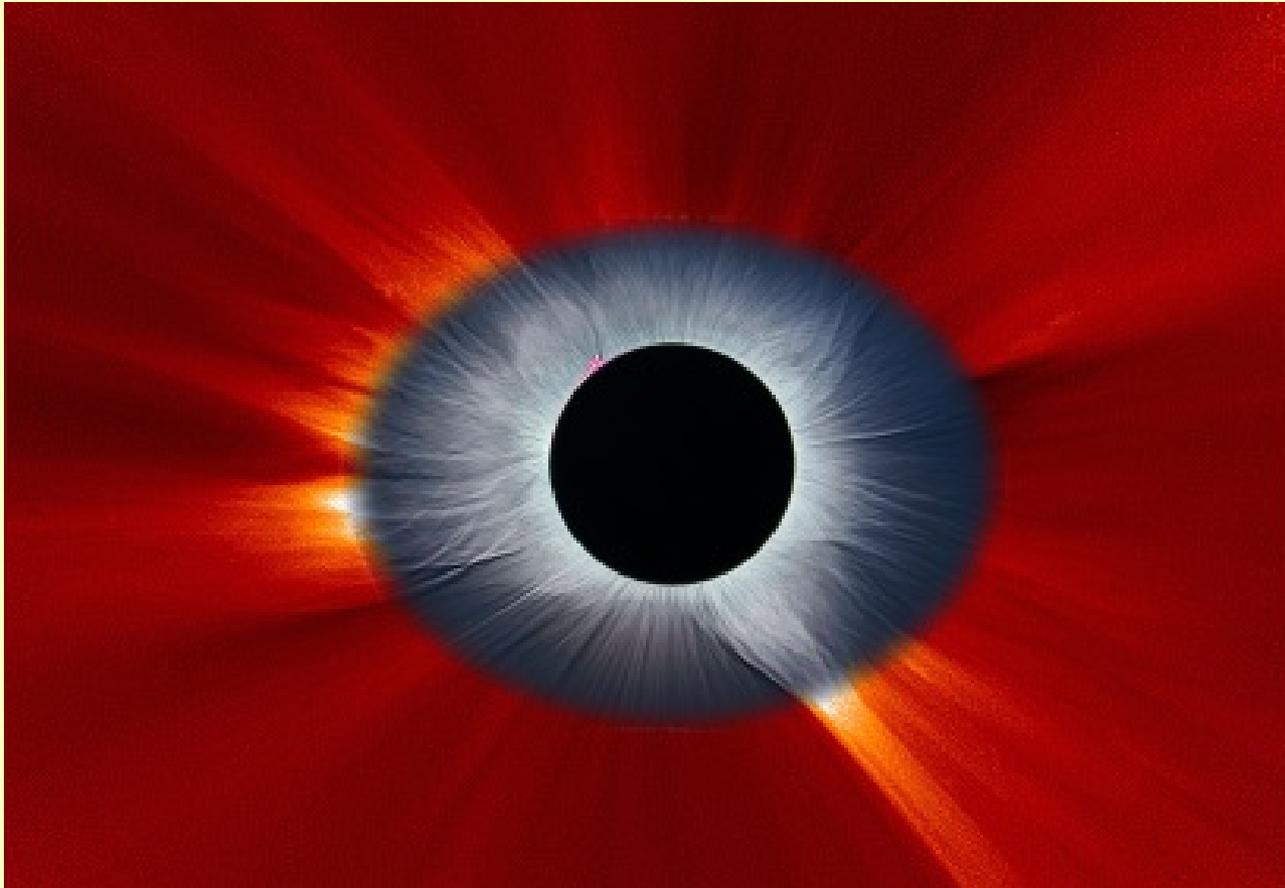




# La fertilità delle stelle



## I viaggi degli atomi – Vento solare 2/3





# La fertilità delle stelle



## I viaggi degli atomi – Vento solare 3/3





# La fertilità delle stelle



## I viaggi degli atomi – Le comete 1/2





# La fertilità delle stelle



## I viaggi degli atomi – Le comete 2/2





# La fertilità delle stelle



## I viaggi degli atomi – Le meteore 1/2





# La fertilità delle stelle



## I viaggi degli atomi – Le meteore 2/2





# La fertilità delle stelle



## L'arrivo sulla Terra

