

LA VITA DELLE STELLE - 5

LA FISICA DELLE STELLE

a) LA NASCITA- 1

Prof. Antonio Bianchini

Dipartimento di Astronomia

Università di Padova

antonio.bianchini@unipd.it

LE STELLE NASCONO IN AMMASSI ALL'INTERNO DELLE GRANDI NEBULOSE DELLE GALASSIE.

UN AMMASSO DI STELLE GIOVANI E' COSTITUITO DA POCHE STELLE MOLTO MASSICCE (FINO A 50-100 M_{\odot}), E DA UN NUMERO SEMPRE CRESENTE DI STELLE DI MASSE MINORI (FINO AL LIMITE INFERIORE DI 0.06 M_{\odot}).

ALCUNI TIPI DI SUPERNOVA SAREBBERO PRODOTTI DA TUTTE QUELLE STELLE CHE SONO PIU' MASSICCE DI 6 M_{\odot} . TALI STELLE EVOLVONO PRESTO (ANCHE SOLO QUALCHE CENTINAIO DI MIGLIAIA DI ANNI) VERSO LA FASE ESPLOSIVA DI SUPERNOVA QUANDO GRAN PARTE DELLA STELLA ESPLODE, EIETTANDO UN INVOLUCRO GASSOSO AD ALTA VELOCITA' E LASCIANDO COME RESIDUO UNA STELLA DI NEUTRONI O UN BUCO NERO (COME VEDREMO PIU' AVANTI).

LE REGIONI DI UNA GALASSIA DOVE C'E' STATA RECENTE FORMAZIONE STELLARE, POSSONO DUNQUE PRODURRE SUPERNOVAE.

**SUPPONIAMO CHE IN UNA GALASSIA
ESPLODA UNA SUPERNOVA**



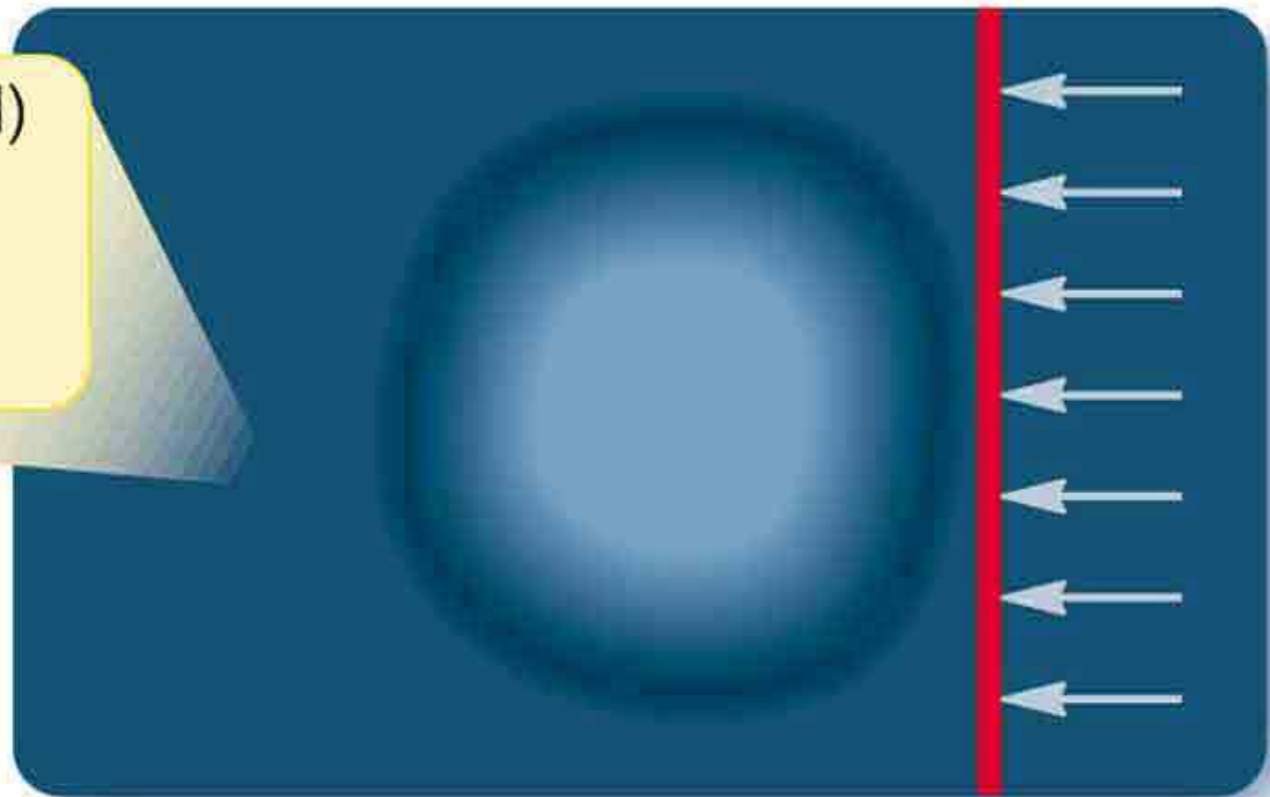
Le onde d'urto si propagano attraverso il mezzo interstellare



In practice....

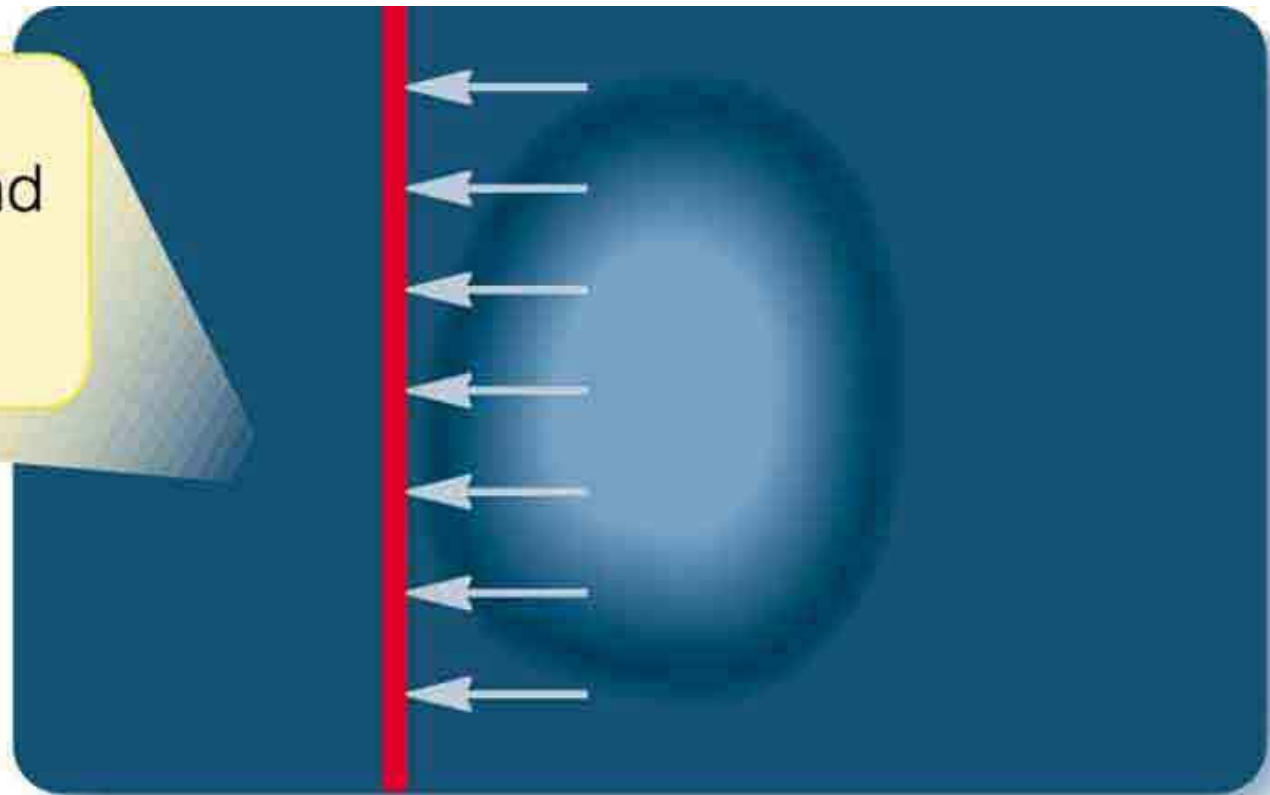
Shock Wave Triggers Star Formation

A shock wave (red) approaches an interstellar gas cloud.



© 2004 Thomson - Brooks Cole

The shock wave passes through and compresses the cloud.



© 2004 Thomson - Brooks Cole

Motions in the cloud
continue after the
shock wave passes.



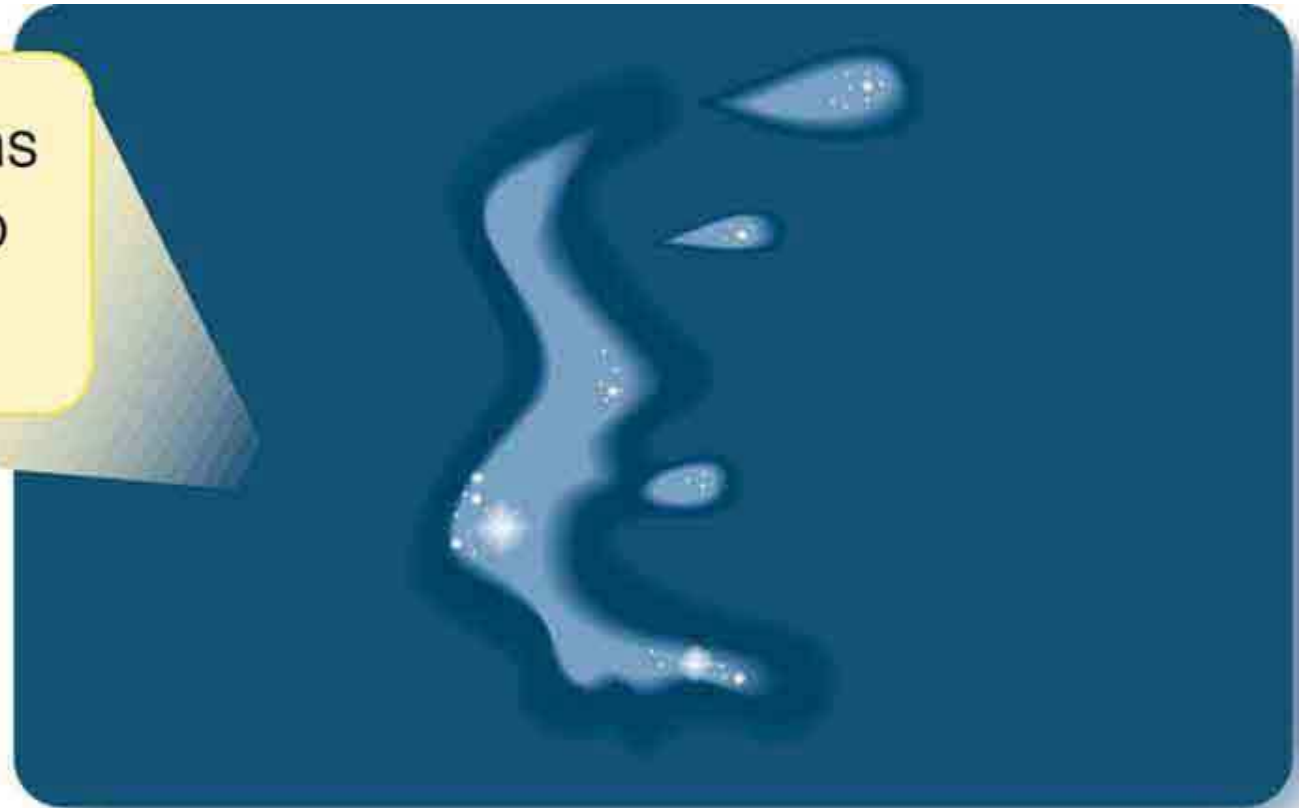
© 2004 Thomson - Brooks Cole

The densest parts
of the cloud become
gravitationally
unstable.



© 2004 Thomson - Brooks Cole

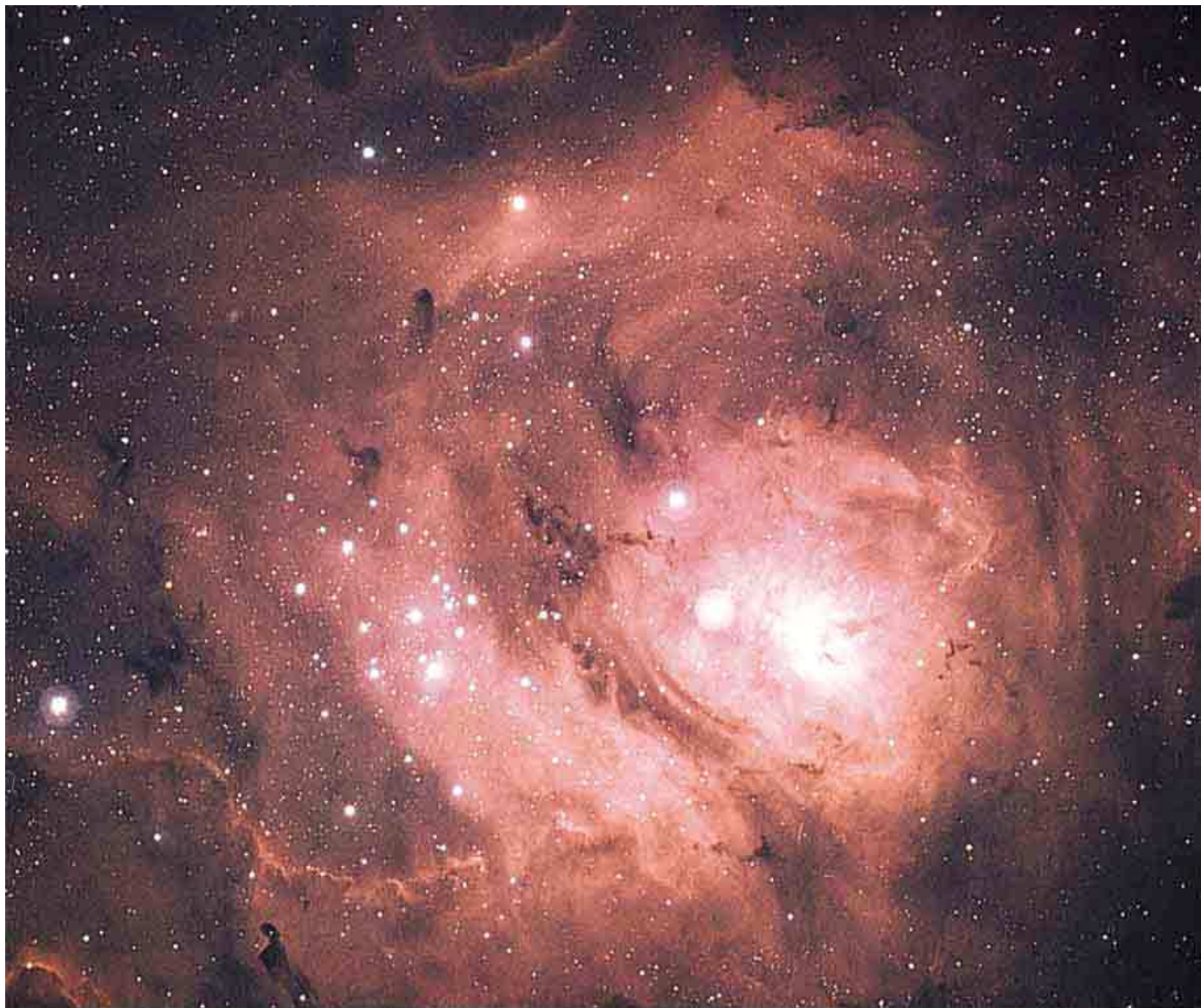
Contracting regions
of gas give birth to
stars.



© 2004 Thomson - Brooks Cole

regioni di
formazione
stellare nella
nostra
galassia






© 2004 Thomson - Brooks Cole

Formazione stellare nella nebulosa dell'Aquila

M 16





The Horsehead Nebula — Barnard 33  [HUBBLESITE.org](https://hubblesite.org)

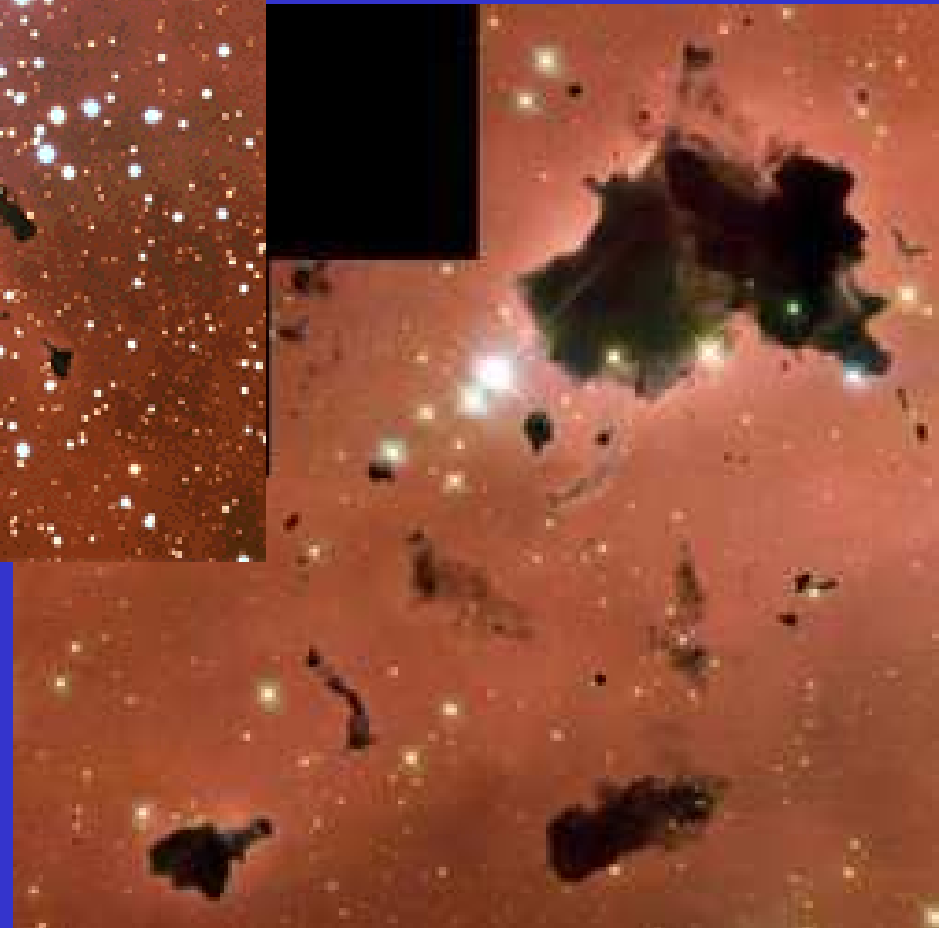
*GLI ADDENSAMENTI DOVUTI AL COLLASSO DI UNA NUBE
GASSOSA APPAIONO DAPPRIMA COME DELLE NEBULE*

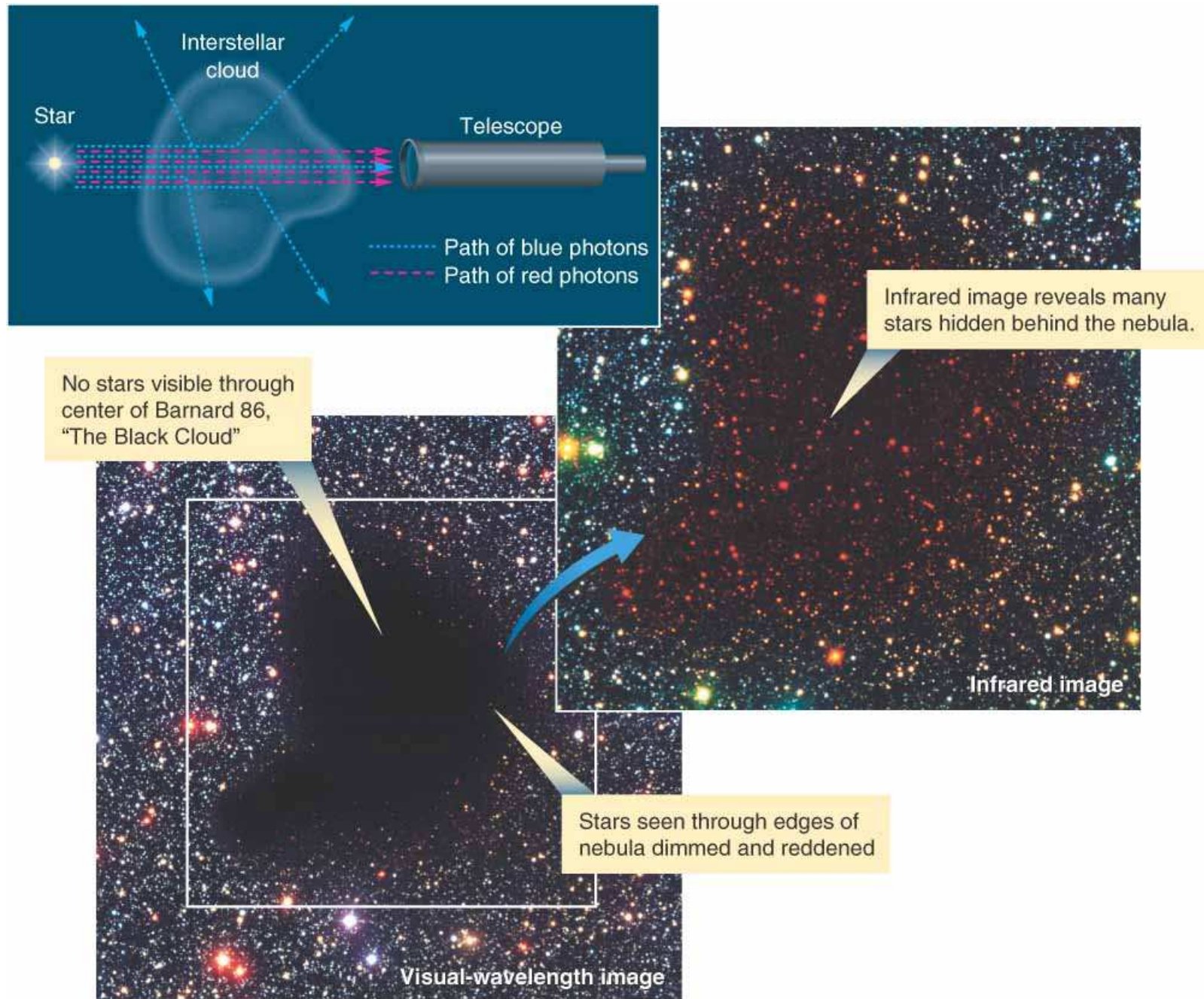
*FREDDE
ED
OPACHE*



AAT 77

TUTTO INIZIA CON
I GLOBULI DI BOK



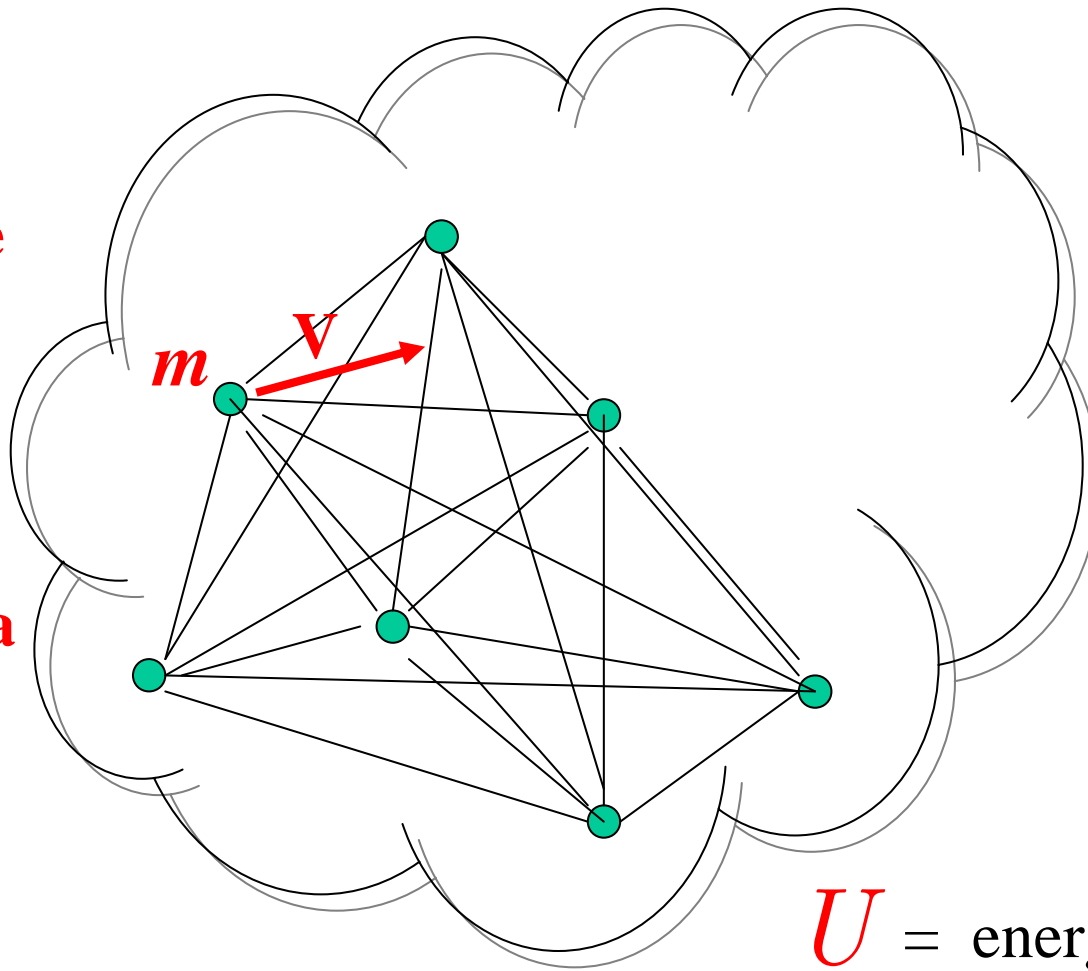


IL TEOREMA DEL VIRIALE

Ogni particella di
massa m
interagisce solo
gravitazionalmente
con tutte le altre
particelle.

Ogni particella ha
una sua velocità V
e una certa energia
potenziale
(gravitazionale)
rispetto a tutte le
altre.

La condizione
di equilibrio per
Il sistema è:



$$2U + \omega = 0$$

U = energia cinetica
totale
 ω = energia
gravitazionale
totale

$$2U + \omega = 0$$

A SECONDA CHE PREVALGA LA U O LA W
AVREMO ESPANSIONE O CONTRAZIONE DELLA
NUBE

QUANDO LA PARTE DELLA NEBULOSA CHE NON E' PIU' IN EQUILIBRIO IDROSTATICO COLLASSA, TENDE A FRAMMENTARSI IN PEZZETTI PIU' PICCOLI DI VARIE DIMENSIONI ... E MASSE.

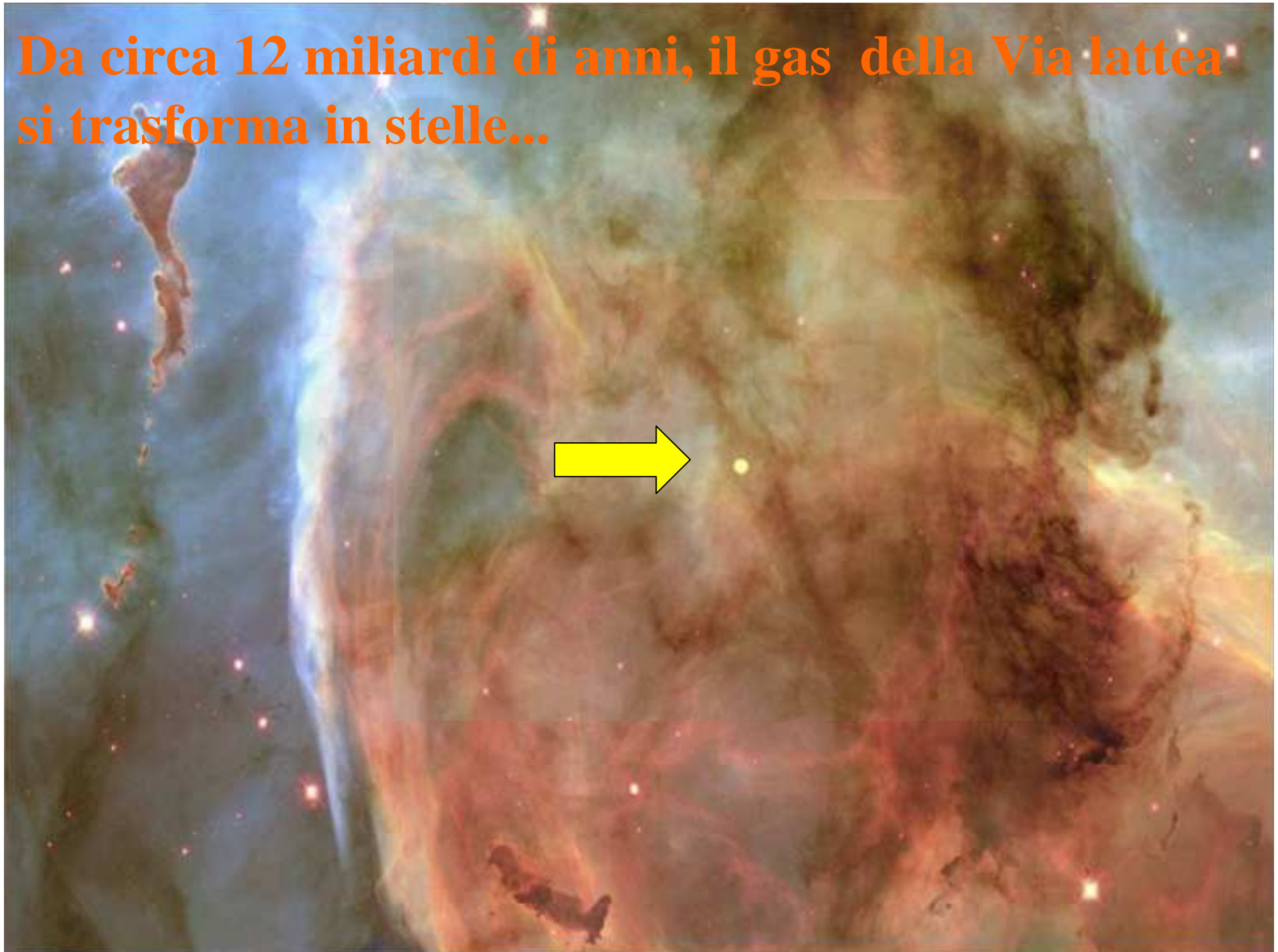
CIASCUNO DI QUESTI FRAMMENTI DI NEBULOSA CONTINUA AUTONOMAMENTE A COLLASSARE FORMANDO UNA SINGOLA STELLA.

CONSIDERARIAMO PER UN ATTIMO LA FORMAZIONE DI UNA SINGOLA STELLA, OVVERO IL COLLASSO DI UNA PICCOLA PORZIONE DELLA NEBULOSA IN CONTRAZIONE.

Una parte di questa nuvola è fredda, freddissima...
fino a -248°C ... *MA COLLASSA E SI SCALDA !*



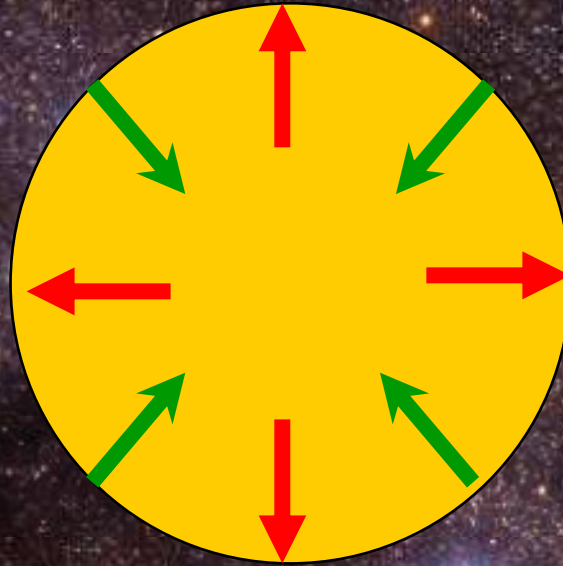
Da circa 12 miliardi di anni, il gas della Via lattea si trasforma in stelle...





MA TORNIAMO ALLA FORMAZIONE DI UNA STELLA...

La contrazione innalza la densità e la temperatura centrale generando energia ed aumentando la pressione del gas fino a fermare il collasso.



Si raggiunge l'equilibrio idrostatico

PAUSA

LA VITA DELLE STELLE - 6

LA FISICA DELLE STELLE

b) LA NASCITA - 2

Prof. Antonio Bianchini

Dipartimento di Astronomia

Università di Padova

antonio.bianchini@unipd.it

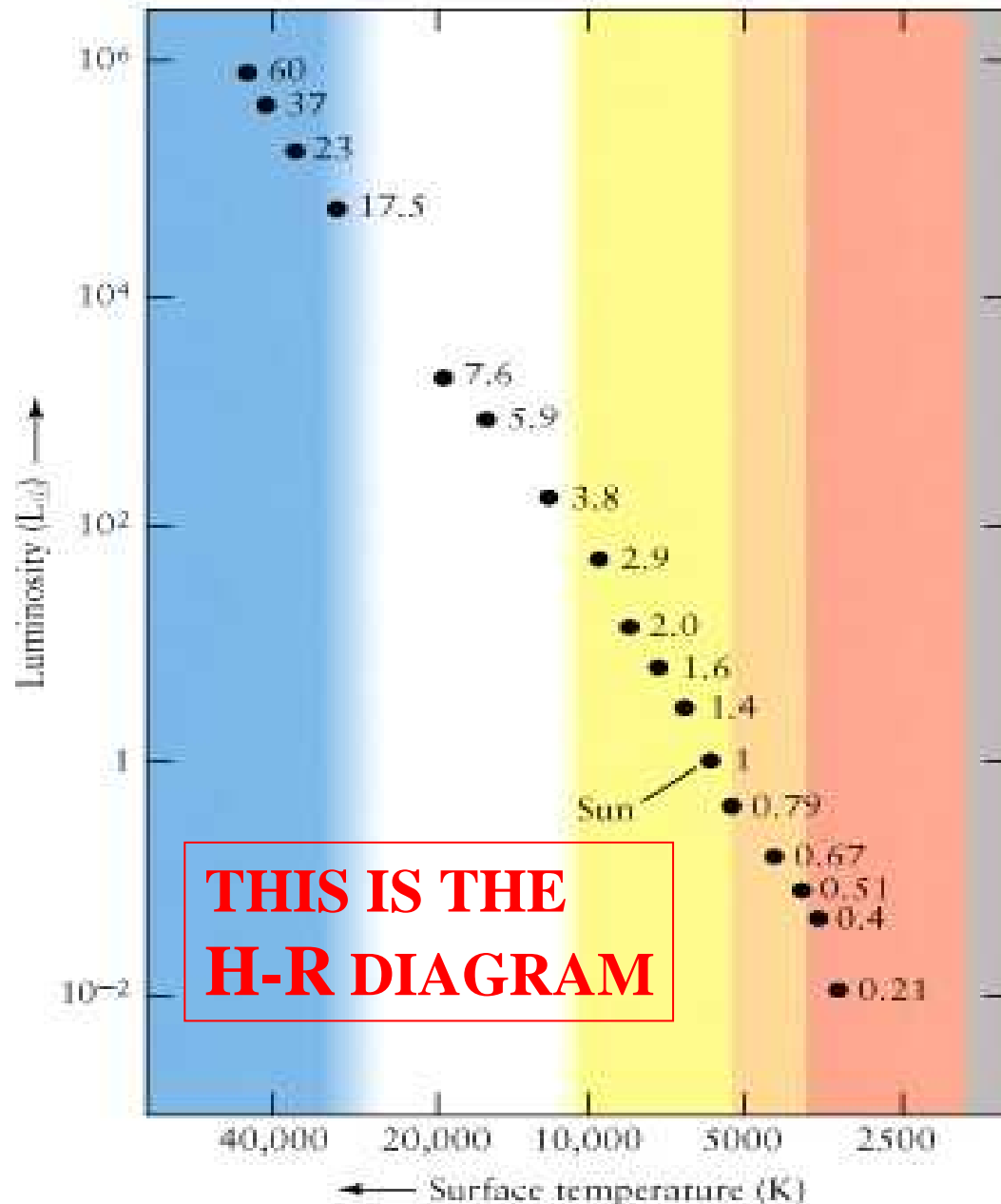
**RICORDIAMO ANCORA CHE LE STELLE
NON SI FORMANO SEMPRE IN AMMASSI**

***SI FORMANO CIOE' GRAPPOLI DI
STELLE DI MASSE DIVERSE, IL
CUI NUMERO CRESCE AL
DIMINUIRE DELLA MASSA.***

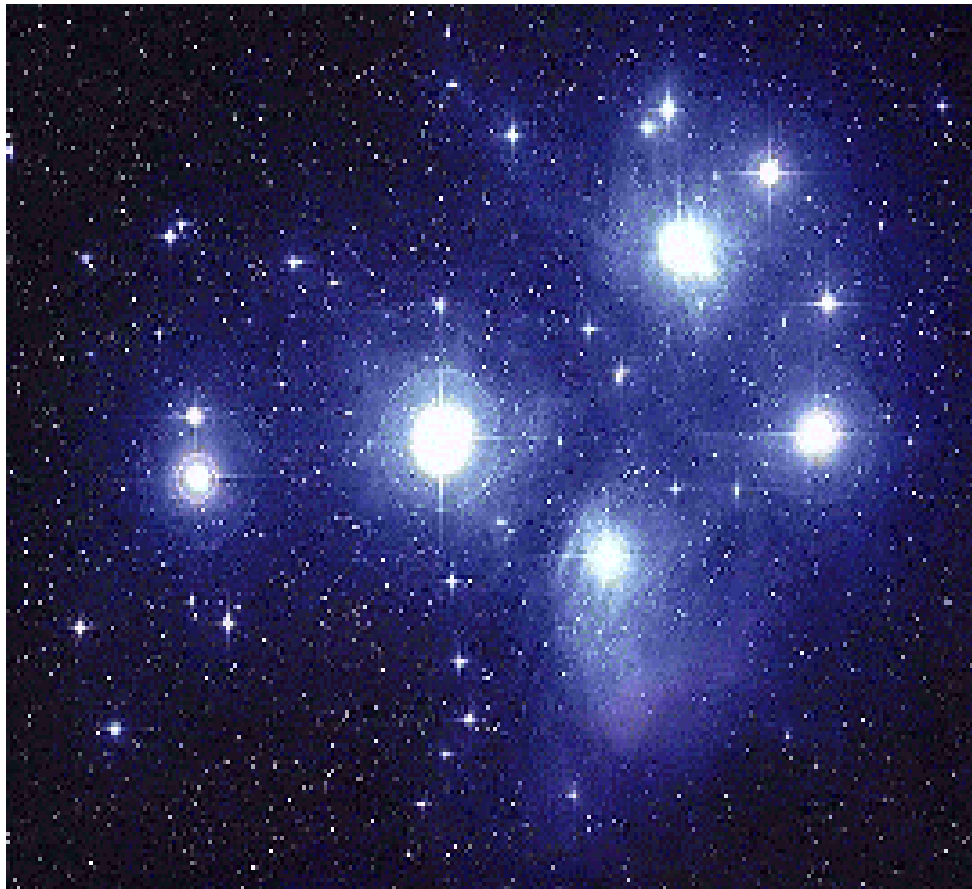
**STUDIAMO LA DISTRIBUZIONE
DELLE LUMINOSITA' E TEMPERATURE
DELLE STELLE DI UN AMMASSO
GIOVANE.**



More massive stars are more luminous and hotter

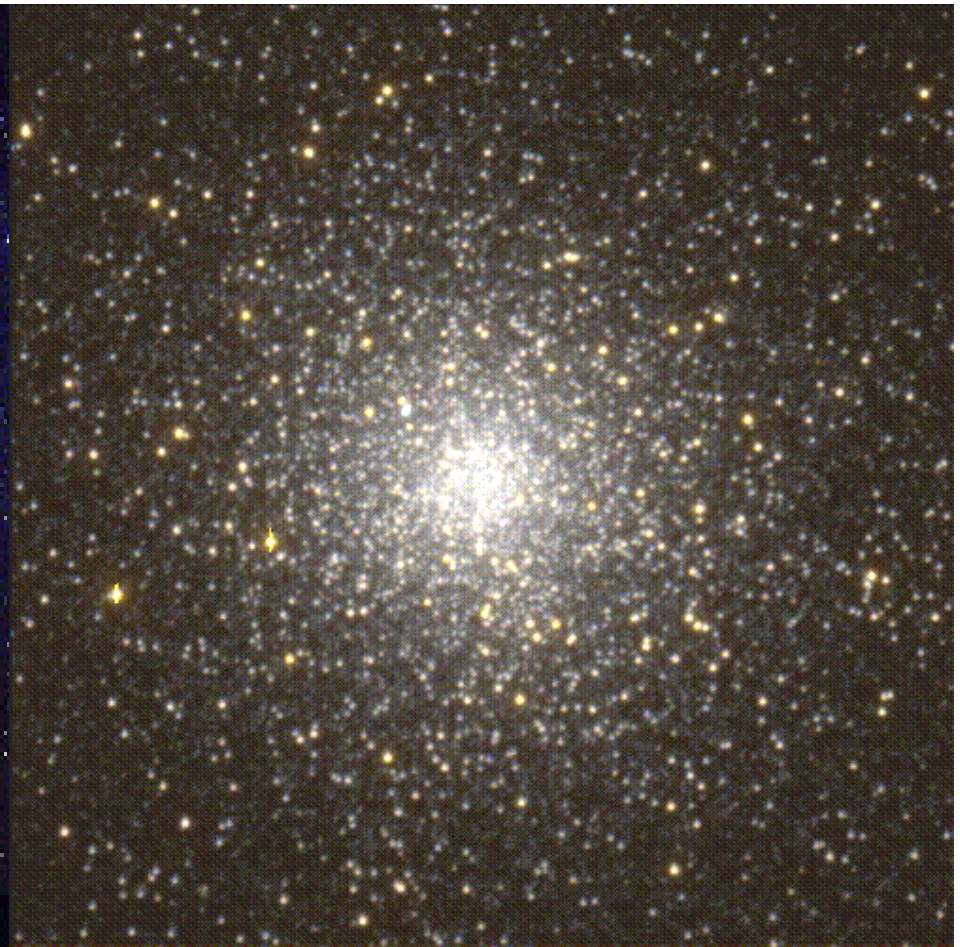


**HYDROGEN-
-BURNING
MAIN-SEQUENCE
STARS
SHOW ALSO A
CORRELATION
BETWEEN THEIR
LUMINOSITIES
AND
EFFECTIVE
TEMPERATURES**



M45 © Royal Observatory Edinburgh/
Anglo-Australian Observatory

AMMASSO APERTO:
GIOVANE !
CONTIENE STELLE CALDE
DI TIPO SPETTRALE O-B

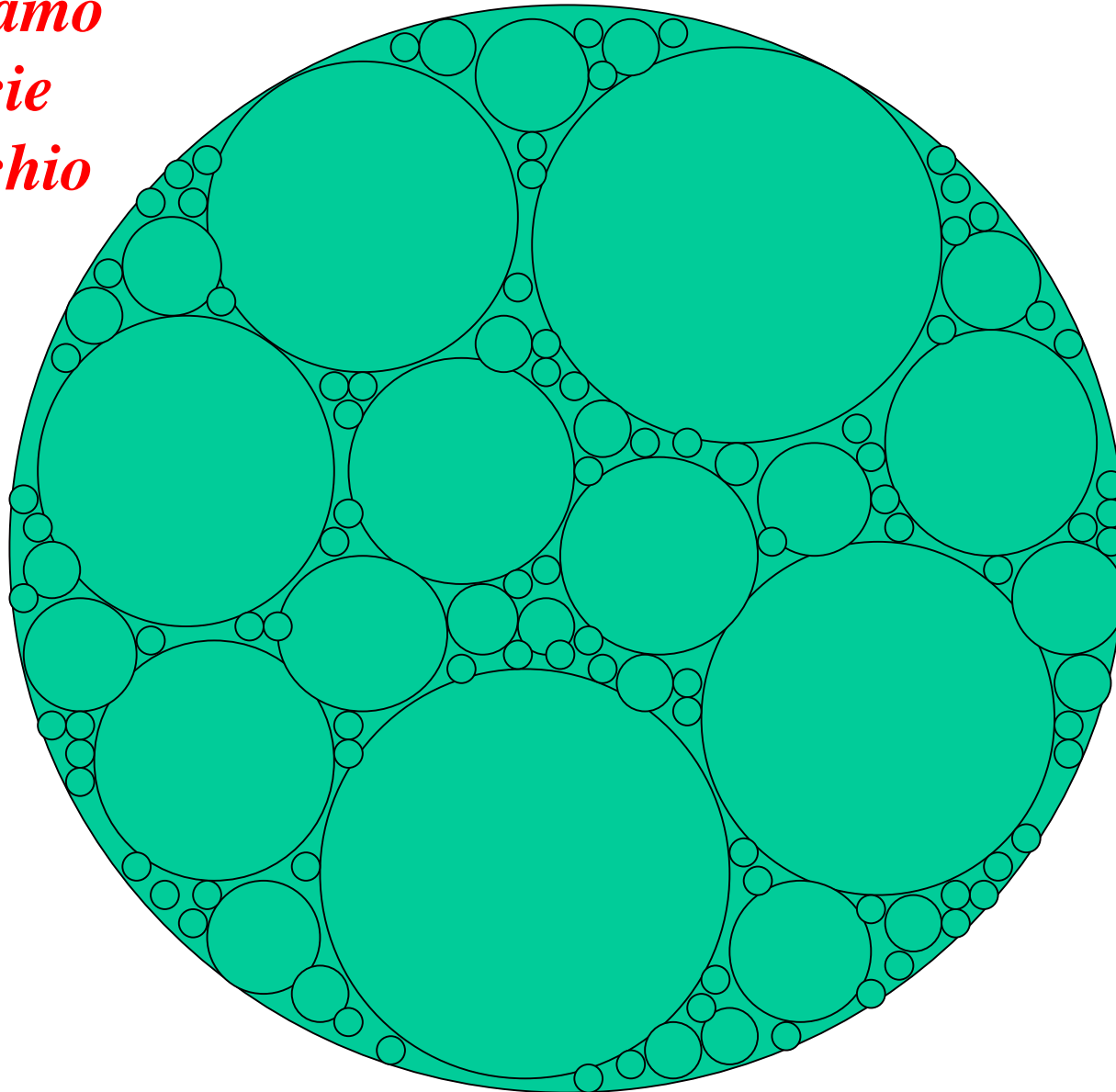


AMMASSO GLOBULARE
DI 'ALONE':
VECCHIO !
CONTIENE STELLE ROSSE
NANE O GIGANTI...

**LE STELLE NASCONO IN AMMASSI PERCHE',
DURANTE IL COLLASSO, LA NUBE SI FRAMMENTA
IN TANTE PARTI PIU' PICCOLE, OGNUNA DELLE
QUALI CONTINUA A COLLASSARE PER CONTO
PROPRIO FINO A QUANDO NON SI FORMA
LA STELLA.**

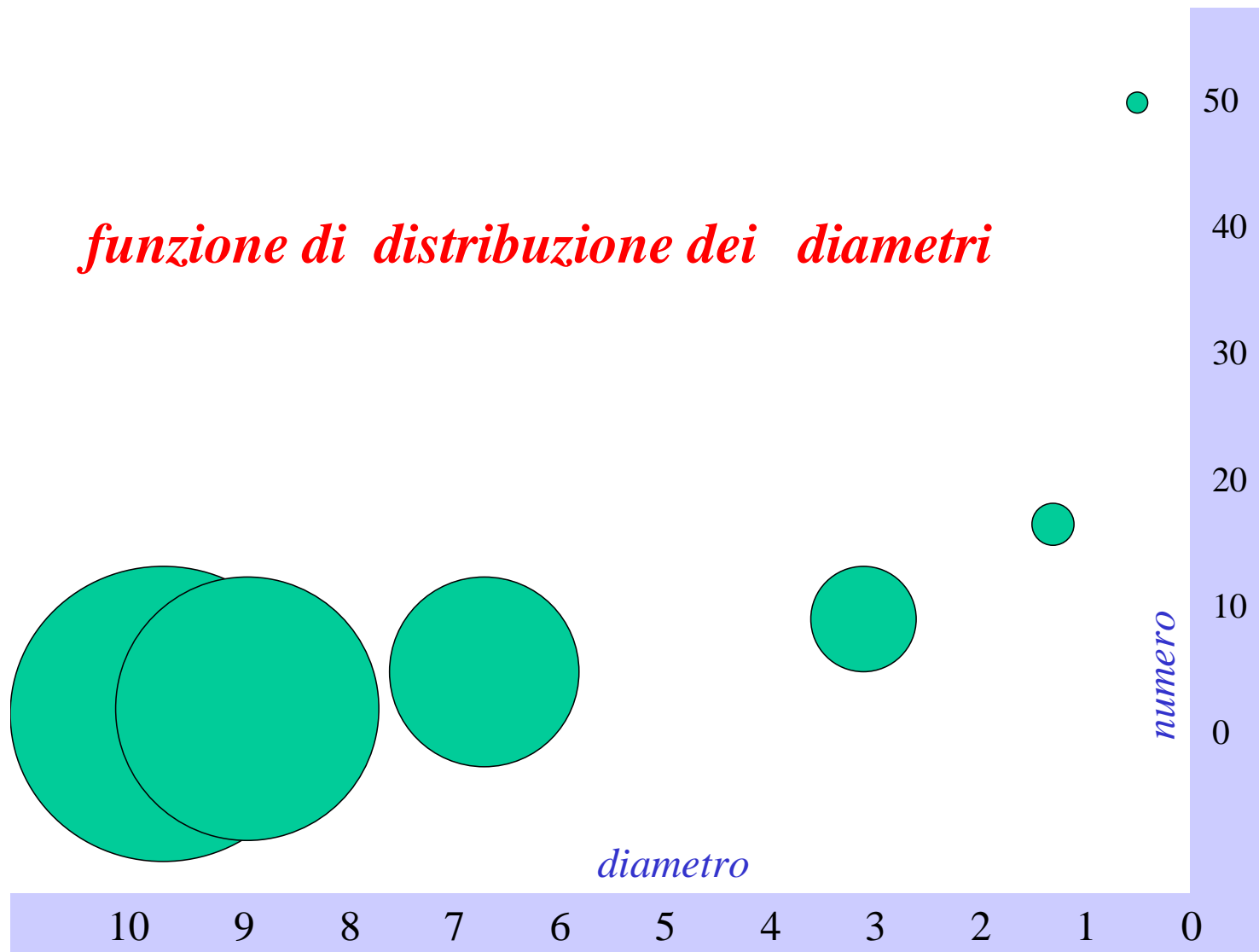
QUINDI LE STELLE NASCONO A GRAPPOLI !

*esercizio:
frammentiamo
la superficie
di un cerchio
in cerchi
sempre
più
piccoli...*



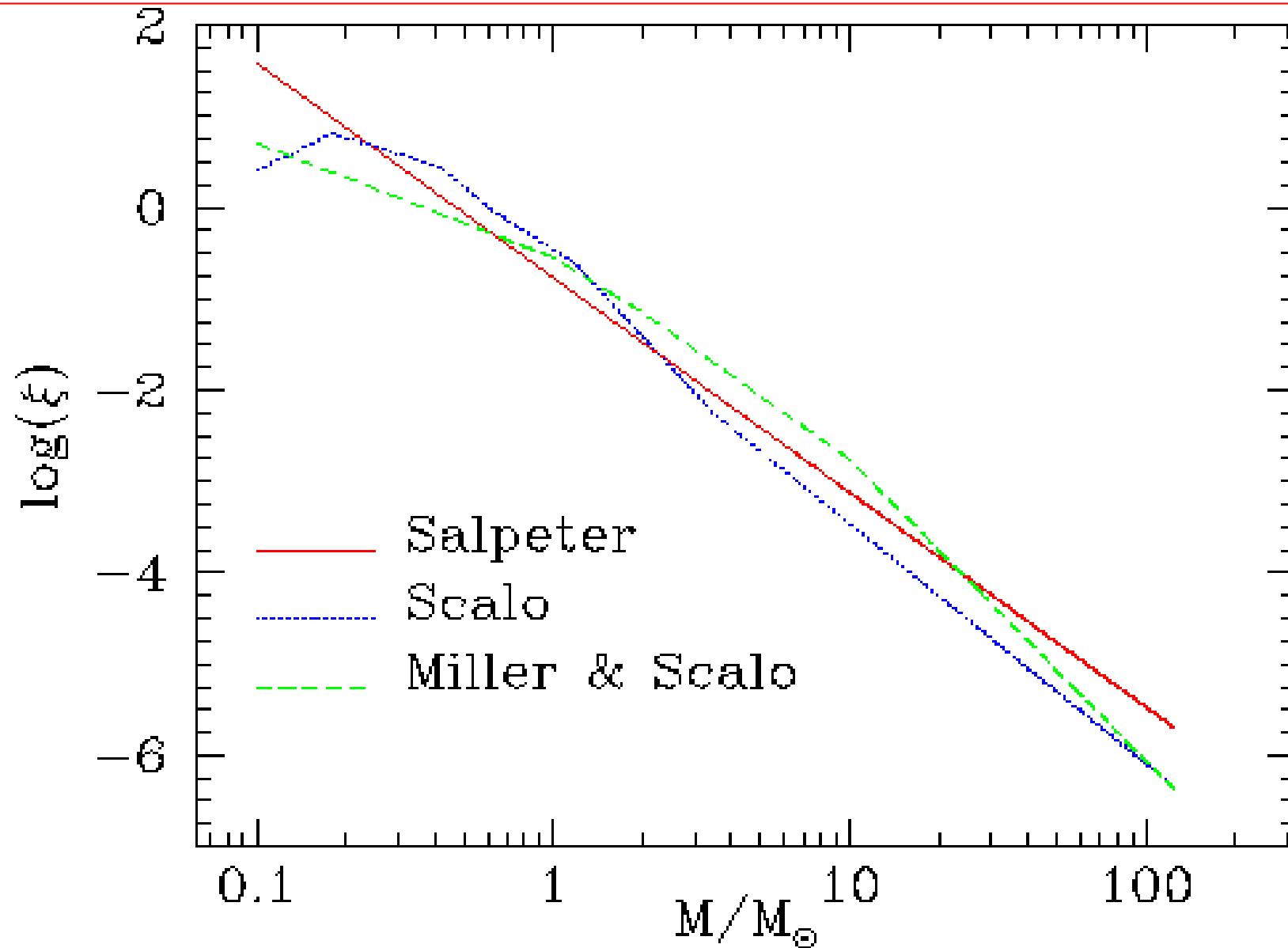
NOTEREMO CHE IL NUMERO DEI CERCHI USATI NELLA FRAMMENTAZIONE AUMENTA AL DIMINUIRE DELLA LORO DIMENSIONE.....

funzione di distribuzione dei diametri



IMF (INITIAL MASS FUNCTION)

LA FUNZIONE DI MASSA INIZIALE

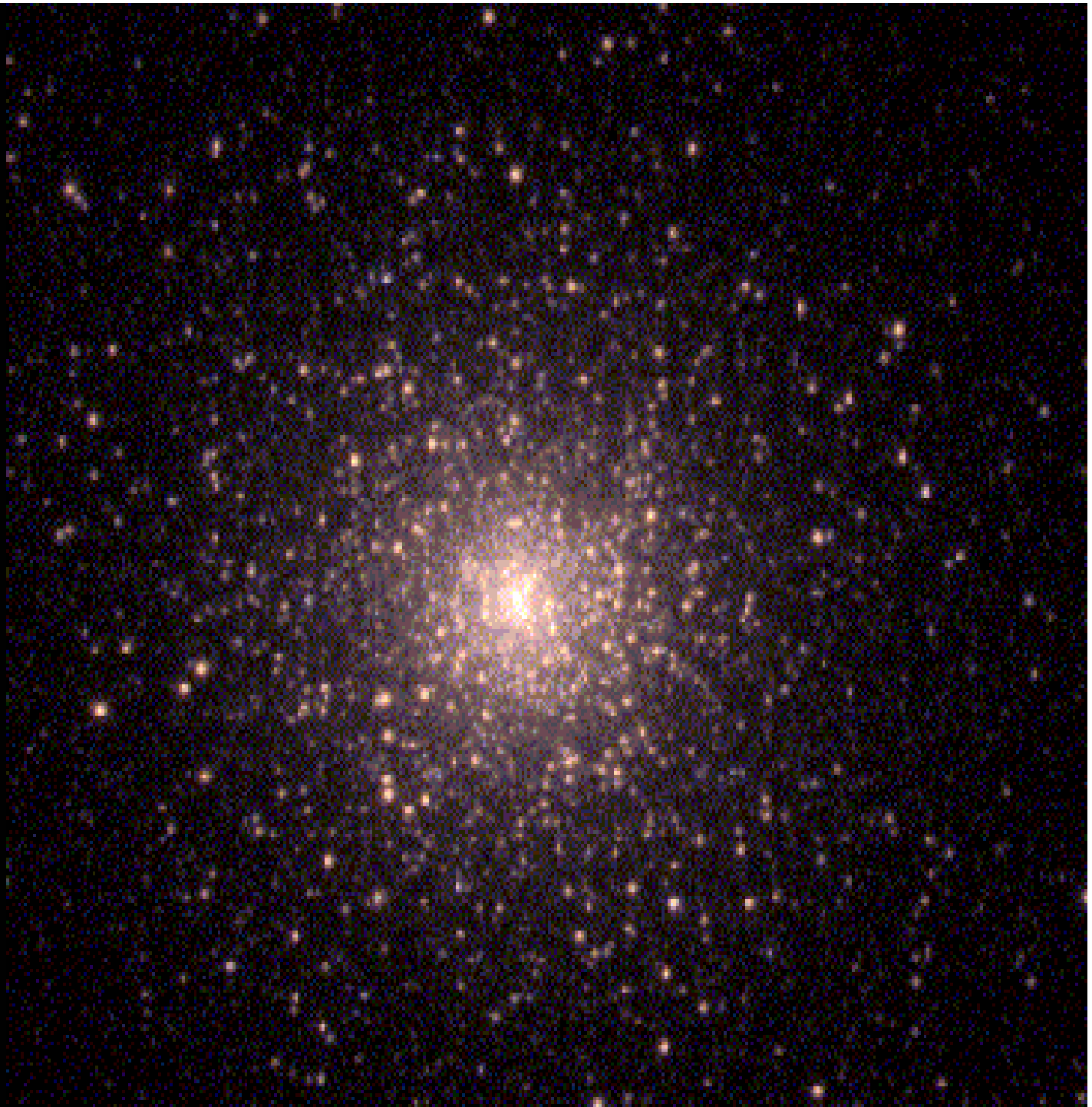


**un ammasso di
stelle giovani
che si sono formate
all'interno della
Galassia**

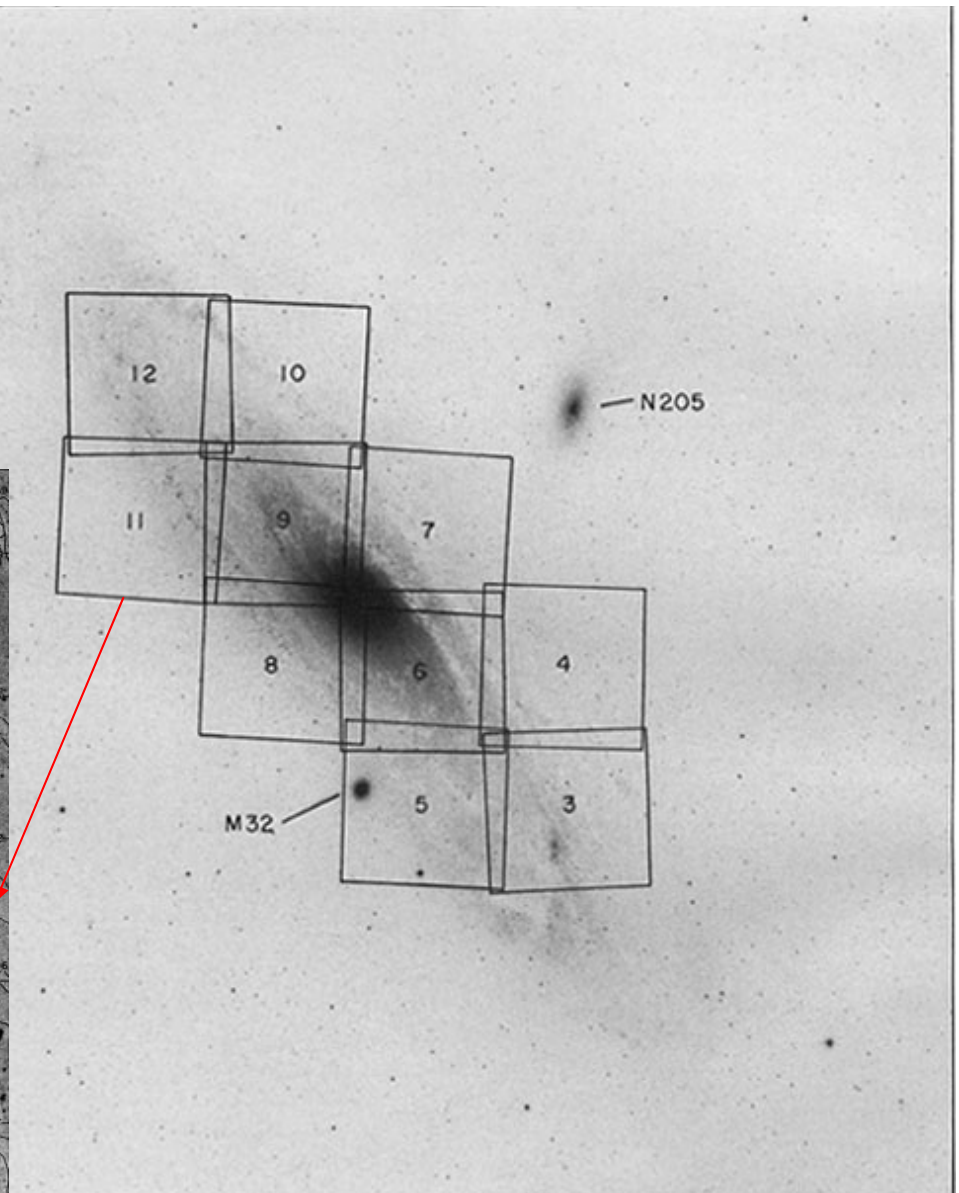
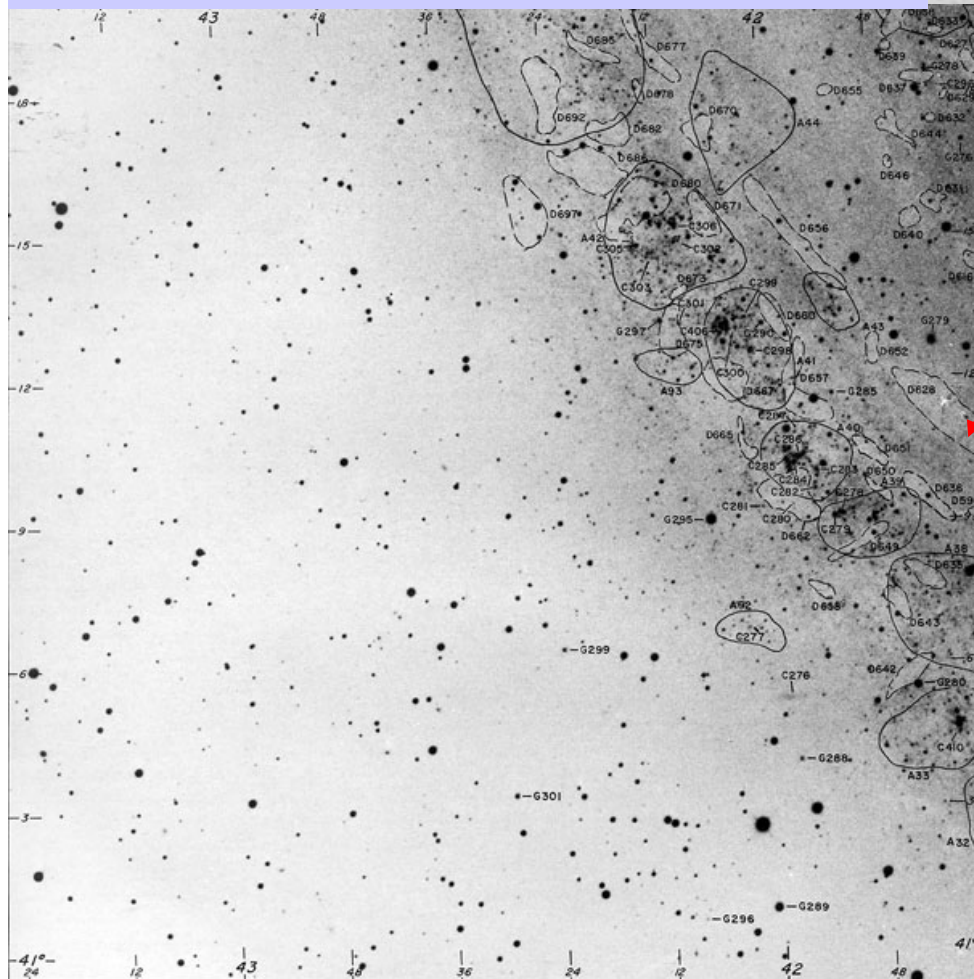


**GLI AMMASSI
GLOBULARI
SI SONO
FORMATI
INVECE
ASSIEME ALLA
GALASSIA.**

**ORBITANO
ATTORNO
ALLA
GALASSIA.
NON
CONTENGONO
GAS MA SOLO
STELLE
VECCHIE**



Esempio :
Ammassi Globulari *attorno*
alla galassia Andromeda
(M31)



Le abbondanze cosmiche dei principali elementi chimici

Idrogeno 92.1%

Elio 7.8%

Ossigeno 0.061%

Carbonio 0.0030%

Azoto 0.0084%

Neon 0.0076%

Ferro 0.0037%

Silicio 0.0031%

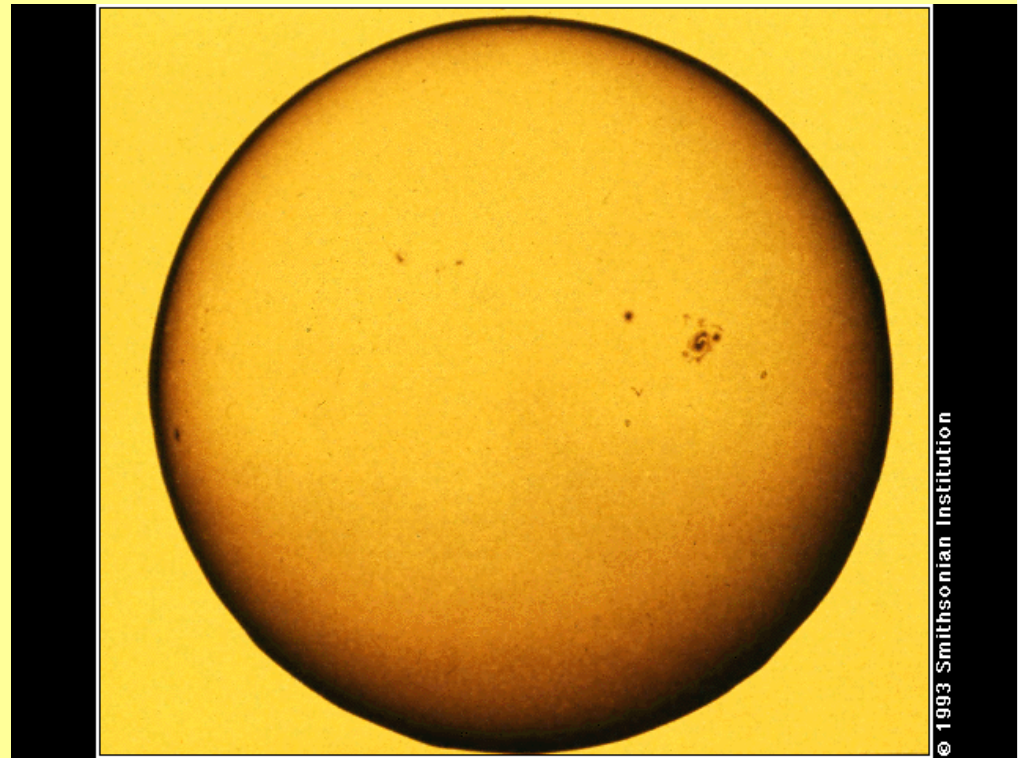
Magnesio 0.0024%

Zolfo 0.0015%

Altri 0.0015%

IL SOLE SI E' FORMATO DA GAS GALATTICO CON UNA COMPOSIZIONE CHIMICA GIA' EVOLUTA

70% idrogeno
28% elio
2% altri elementi



**INSOMMA, CI SONO PIU' ELIO E PIU'
METALLI...**

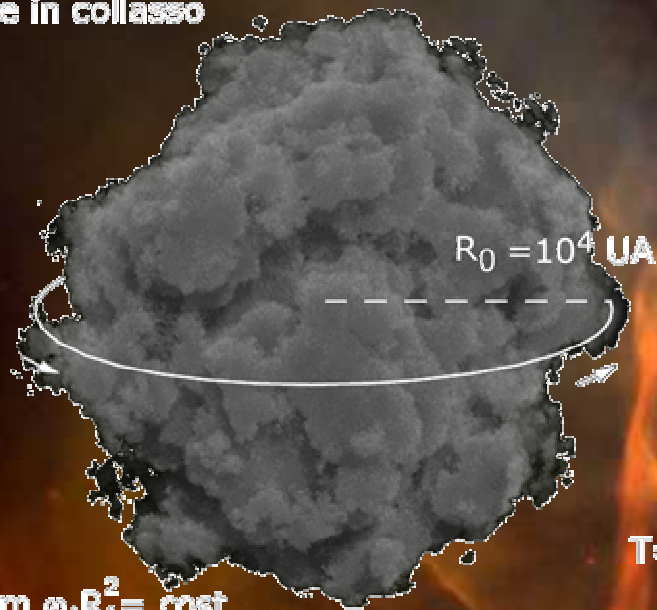
IL MOTIVO DI QUESTA DIVERSA COMPOSIZIONE CHIMICA E' CHE LE STELLE CHE ORA VEDIAMO SI SONO FORMATE DA NUBI I CUI GAS SONO STATI ENRICHITI DA PIU' ANTICHE SUPERNOVAE O PRODOTTI DALL'EVOLUZIONE DI POPOLAZIONI STELLARI PRECEDENTI.

GLI INTERNI STELLARI SONO FABBRICHE IN CUI L'IDROGENO SI TRASFORMA IN ELEMENTI PIU' PESANTI (ATTRAVERSO SUCCESSIVE CATENE DI REAZIONI TERMONUCLEARI).

PER QUESTO MOTIVO, I GAS RILASCIATI DALLE STELLE ALLA FINE DEL LORO CICLO EVOLUTIVO (SPECIE QUANDO DIVENTANO SUPERNOVAE) SONO PIU' RICCHI DI ELEMENTI PESANTI (METALLI COMPRESI) DEL GAS CHE AVEVA INIZIALMENTE PRODOTTO LE STELLE STESSA.

FORMAZIONE DELLE SINGOLE STELLE E DEI SISTEMI PROTOPLANETARI

Nube in collasso



$T=0$ anni

$$L = m \omega_f R_f^2 = \text{cost}$$

$$\omega_f = \frac{V_f}{R_f} = \frac{L}{m} \frac{1}{R_f^2} = \frac{\text{cost}}{R_f^2}$$



$T=100000$ anni

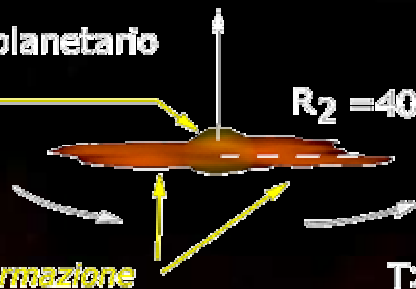
Disco protoplanetario

Stella

$R_2 = 40 \text{ UA}$

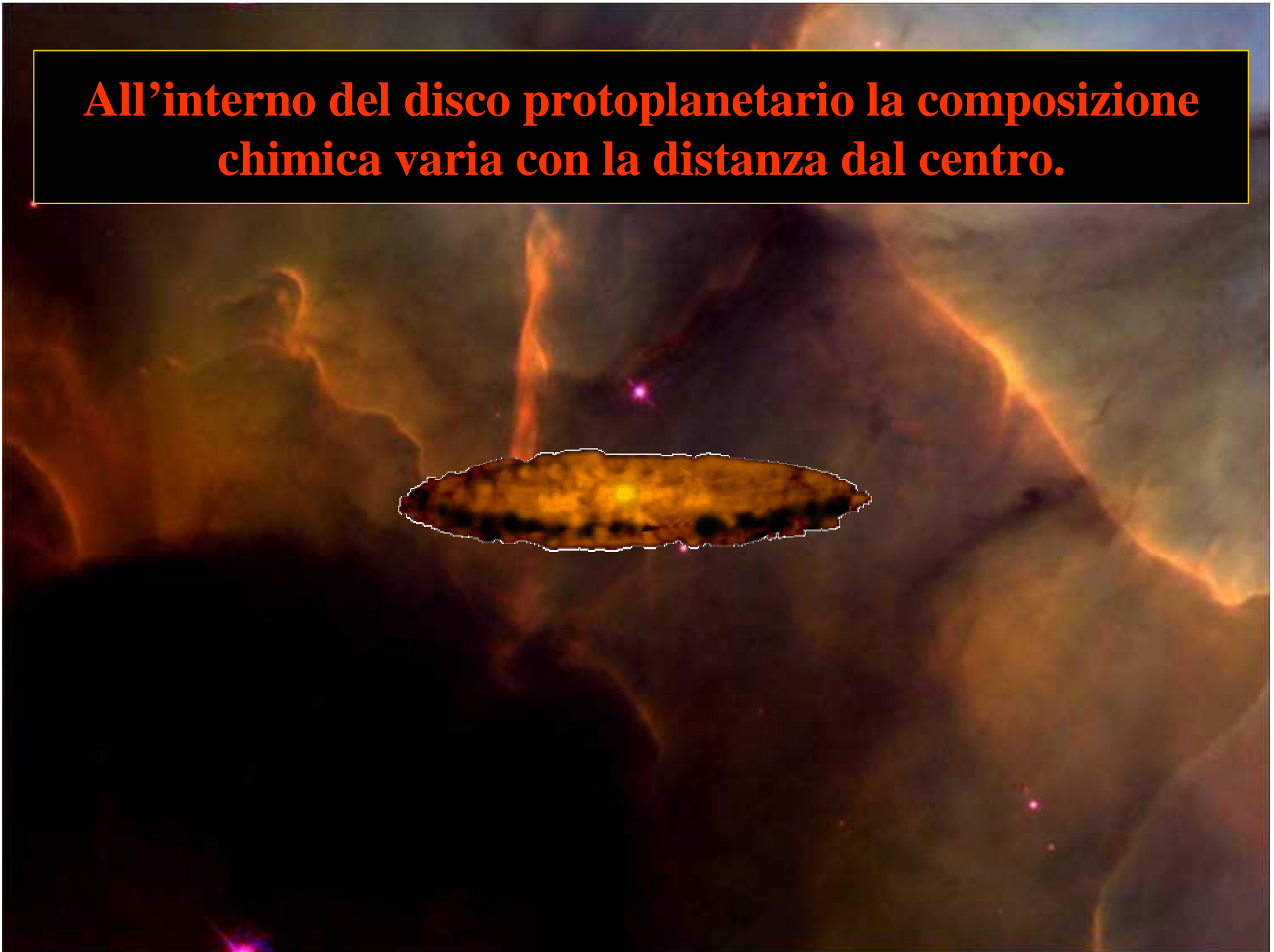
planeti in formazione

$T > 200000$ anni



In circa 200 000 anni,
dalla nube si è formato
un disco di materia in
rotazione, riscaldato al
centro da una nuova
stella.

All'interno del disco protoplanetario la composizione chimica varia con la distanza dal centro.



si vedono diversi sistemi
protoplanetari in formazione

Nebulosa
di
Orione



PAUSA

