

# Viata Stelelor

**Alexandre Costa, Beatriz García,  
Ricardo Moreno, Rosa M Ros**

*Uniunea Astronomică Internațională,  
Școala Secundară Loulé (Portugalia),  
Universitatea Tehnologică Națională (Mendoza, Argentina), Școala  
Retamar (Madrid, Spania),  
Universitatea Tehnică din Catalonia (Barcelona, Spania).*



# Obiective

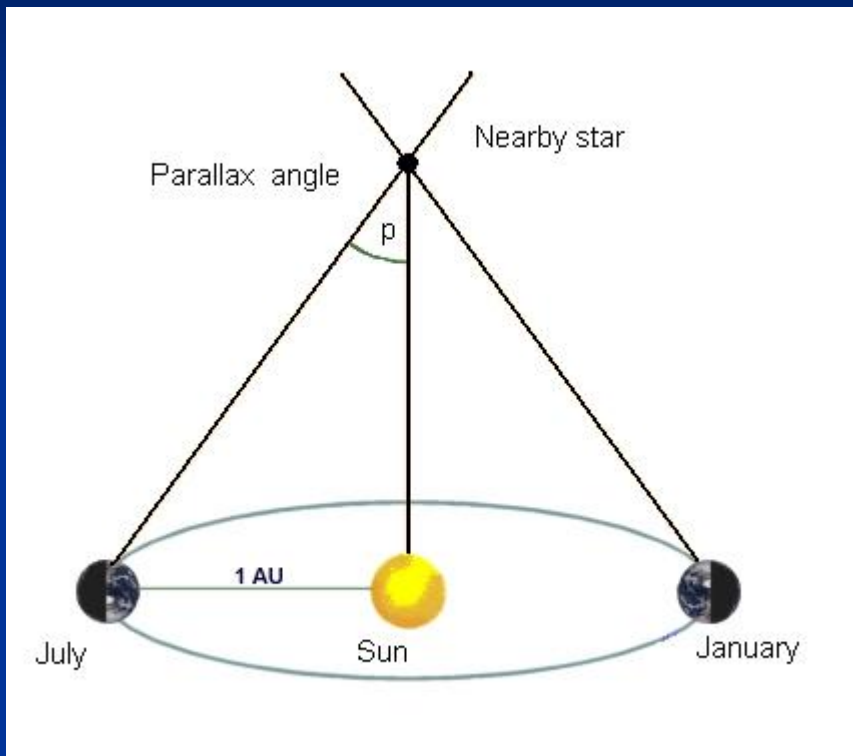
- Înțelegerea diferenței dintre magnitudinea aparentă și magnitudinea absolută
- Înțelegerea diagramei Hertzsprung-Russel, o diagramă culoare/magnitudine
- Înțelegerea unor concepte cum ar fi: supernovă, stea neutronice, gaură neagră și pulsar

# Activitatea 1: Simularea paralaxei



- Întinde brațul în față și ține degetul mare vertical.
- Privește mai întâi numai cu ochiul stâng deschis, apoi doar cu ochiul drept. Ce vezi?
- Acum îndoaie brațul și ține degetul la jumătatea distanței inițiale. Repetă observarea. Ce vezi?

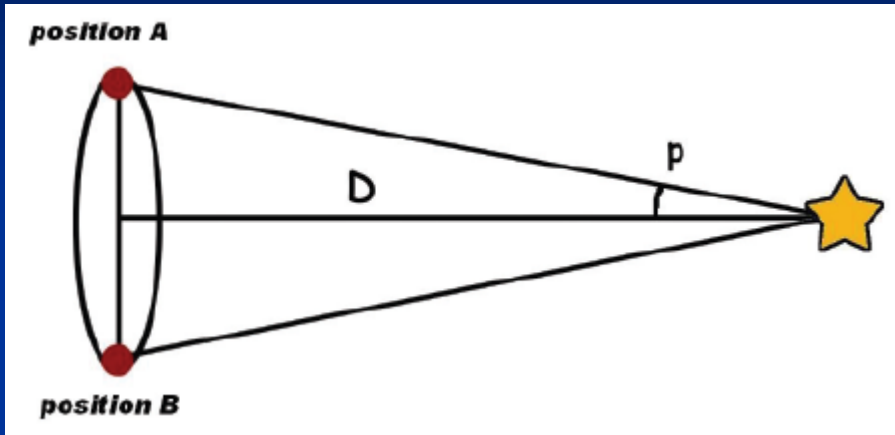
# Paralaxa



Sursa: Universitatea Columbia.

- Paralaxa reprezintă modificarea aparentă a poziției unui obiect atunci când este privit din diferite locuri..
- Poziția unei stele, apropiate pe cer, apare schimbată dacă este privită de pe Pământ acum și apoi după șase luni.
- Astfel, putem măsura distanța până la stele din apropiere.

# Paralaxa



$$D = \frac{AB/2}{\operatorname{tg} p} = \frac{AB/2}{p}$$

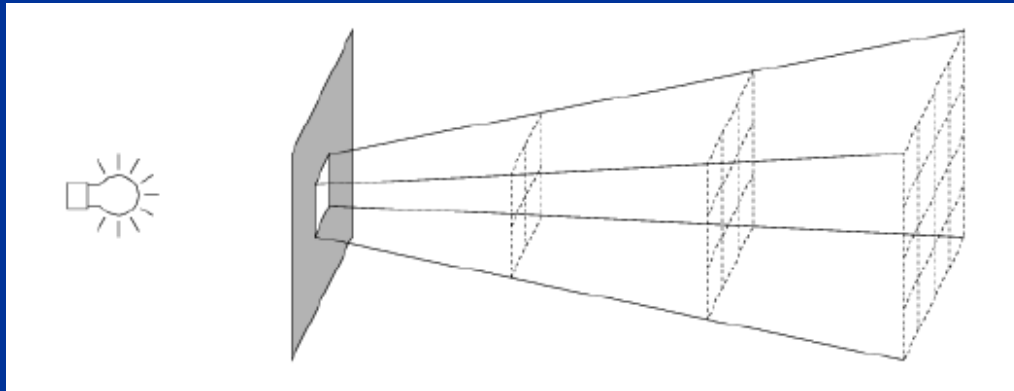
$$D \cong \frac{150\,000\,000}{2\pi/(360^\circ \times 60 \times 60)} = 30\,939\,720\,937\,064 \text{ km} = 3,26 \text{ a.l.}$$

$$1 \text{ pc} = 3,26 \text{ a.l.}$$

$$d = 1/p$$

# Activitatea 2: Legea inversului pătratului

O stea emite radiații în toate direcțiile. Intensitatea  $I$  ajunsă la o distanță  $D$ , raportată la unitatea de suprafață este luminozitatea  $L$  (puterea) a steii împărțită la aria unei sfere centrate pe stea.



$$I = \frac{L}{4\pi D^2}$$

# Activitatea 2: Legea inversului pătratului

Când distanța față de sursa se dublează, suprafața iluminată corespunzătoare este de patru ori mai mare, iar intensitatea luminii (lumina care cade pe unitatea de suprafață) va deveni de patru ori mai mică.

Intensitatea luminii este invers proporțională cu pătratul distanței de la sursă.



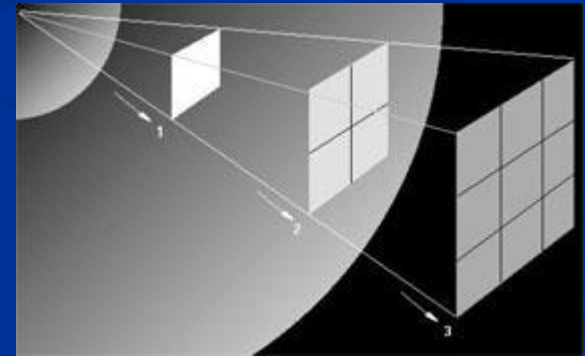
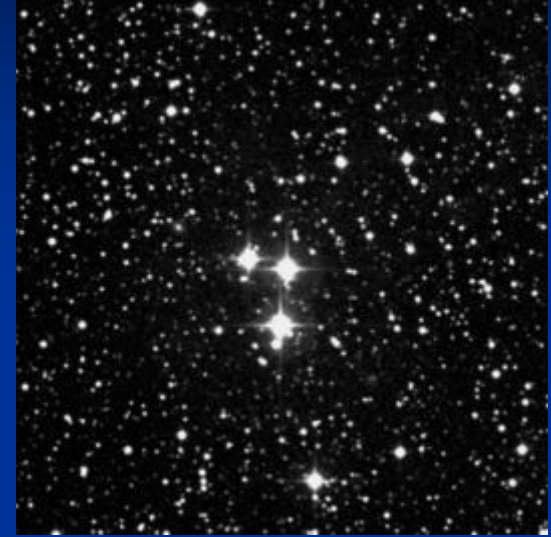
# Sistemul de magnitudini

Stelele au străluciri diferite.

Cea mai strălucitoare stea pe care o vedeți poate avea o luminozitate mică, dar să fie apropiată sau poate să aibă o luminozitate mare și să fie îndepărtată.

Strălucirea poate fi definită ca:

$$B = \frac{L}{4\pi D^2}$$





# Sistemul de magnitudini

Hiparh s-a născut în Niceea (acum cunoscută sub numele de Iznik, Turcia) în 190 î.Hr.. Se crede că a murit în Rodos, Grecia în 120 î.Hr..

În jurul anului 125 î.Hr., el a definit sistemul de magnitudini.



# Sistem de magnitudini

Hiparh a numit stelele cele mai strălucitoare drept stele de primă magnitudine, pe cele mai puțin strălucitoare de magnitudinea doi și a continuat așa până la cea mai greu de observat, pe care el a numit-o stea de magnitudinea șase.

Acest sistem, ușor modificat, este folosit și astăzi: cu cât magnitudinea este mai mare, cu atât steaua are strălucirea mai slabă.

Astronomii se referă la strălucirea unei stele atunci când vorbesc despre magnitudinea ei.



# Sistemul de magnitudini

În 1850, Robert Pogson a sugerat că o diferență de 5 magnitudini ar trebui să fie exact egală cu raportul de strălucire de 100 la 1.

Aceasta este definiția oficială a scării de magnitudini folosite de astronomii de astăzi.



# Legea Pogson

Din punct de vedere al calculului matematic este util să se folosească scara logaritmică pentru a scrie acest raport:

$$2,5 \log (B_1/B_2) = m_2 - m_1$$

De exemplu:

- Sirius, cea mai strălucitoare stea de pe cer, are o magnitudine de -1,5
- Magnitudinea lui Venus este -4
- Magnitudinea Lunii este -13
- Magnitudinea Soarelui este -26,8



# Magnitudine aparenta și absolută

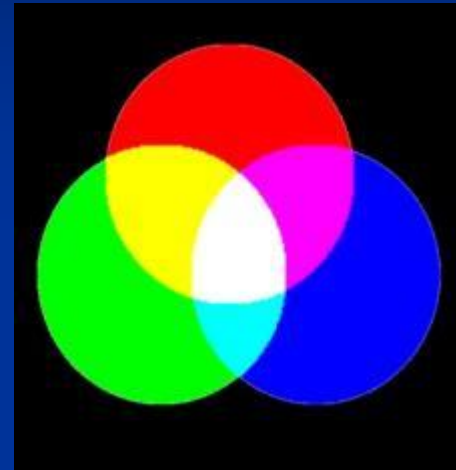
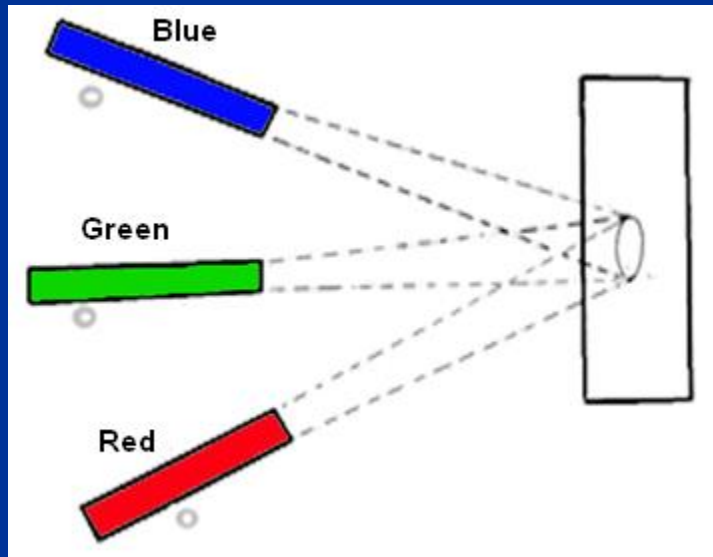
- O stea foarte strălucitoare, dar aflată la mare distanță poate avea aceeași magnitudine aparentă ( $m$ ) ca o altă stea mai slabă, dar mai apropiată.
- Astronomii au stabilit conceptul de magnitudine absolută ( $M$ ) pentru cazul în care steaua este imaginată la o distanță de 10 parseci (32 a.l.) până la noi.
- Cu magnitudinea absolută, putem compara acum “strălucirea reală” a două stele sau echivalent, să comparăm puterea sau luminozitatea acestora.
- Relația matematică dintre magnitudinile  $m$  și  $M$  este:

$$M = m + 5 - 5 \log d$$

unde "d" este distanța reală până la stea

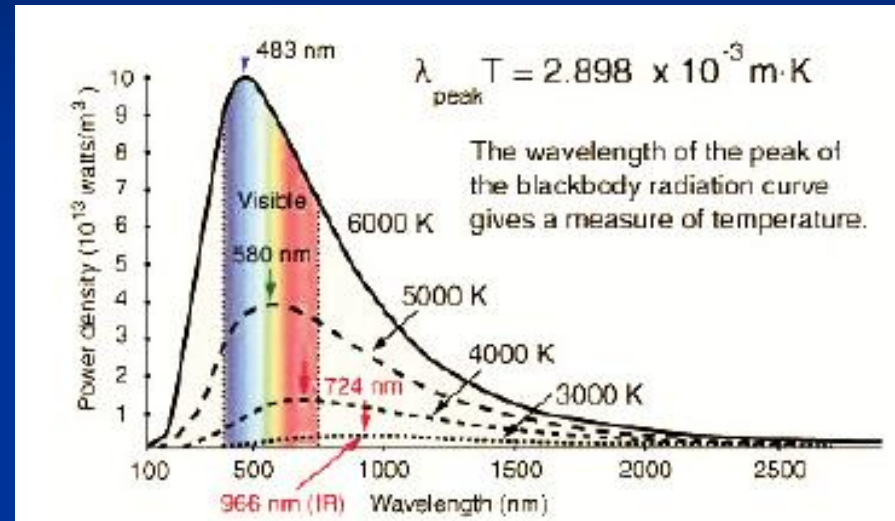
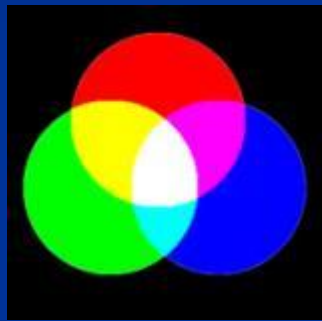


# Activitatea 3: Culori stelare



# Activitatea 3: Culorile stelelor

Stelele au culori diferite în funcție de temperatura lor

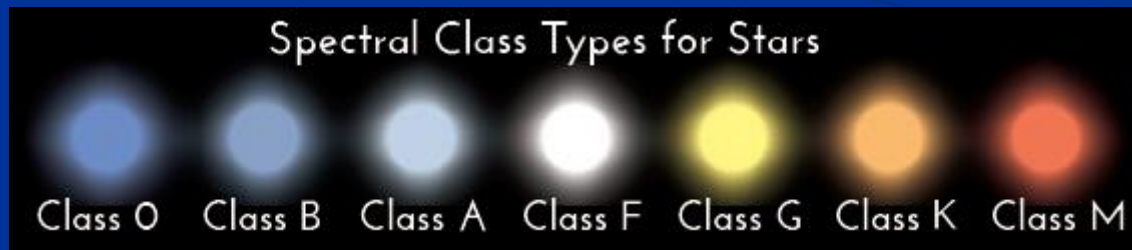
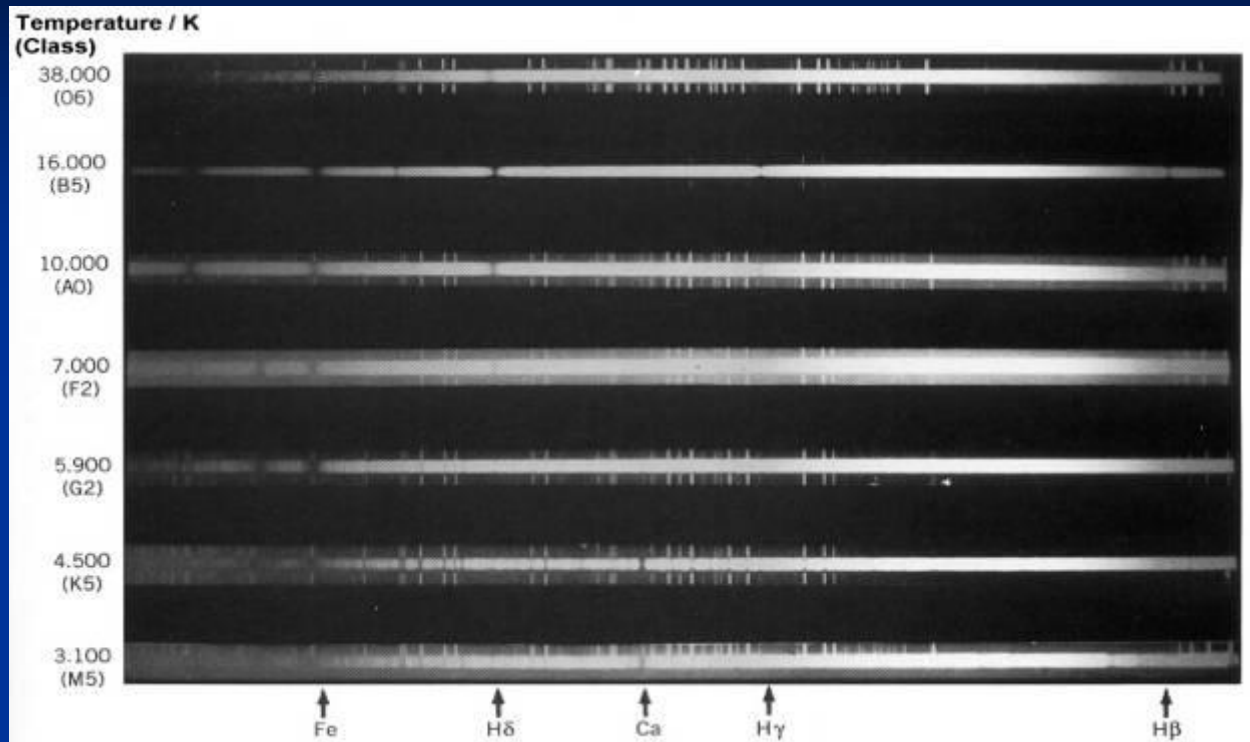


Stelele cu temperatură intermediară prezintă emisii maxime în lumina verde, dar emit și multă lumină roșie și albastră. Rezultatul este o combinație a acestor culori, adică o lumină ce ne pare albă.

De aceea nu sunt stele verzi!



# Clase spectrale



Relația dintre clasificarea spectrală, temperatură și culoarea stelelor



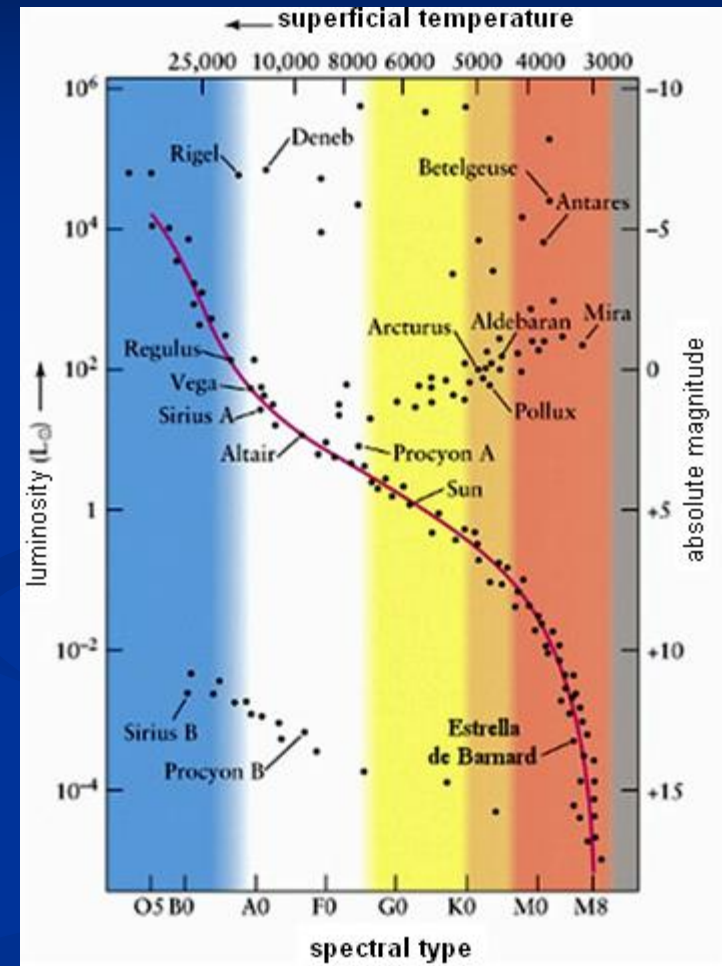


# Diagrama Hertzsprung-Russell

Stelele pot fi reprezentate într-o diagramă empirică, folosind temperatura de la suprafața lor (sau tipul spectral) în funcție de luminozitatea lor (sau magnitudinea absolută).

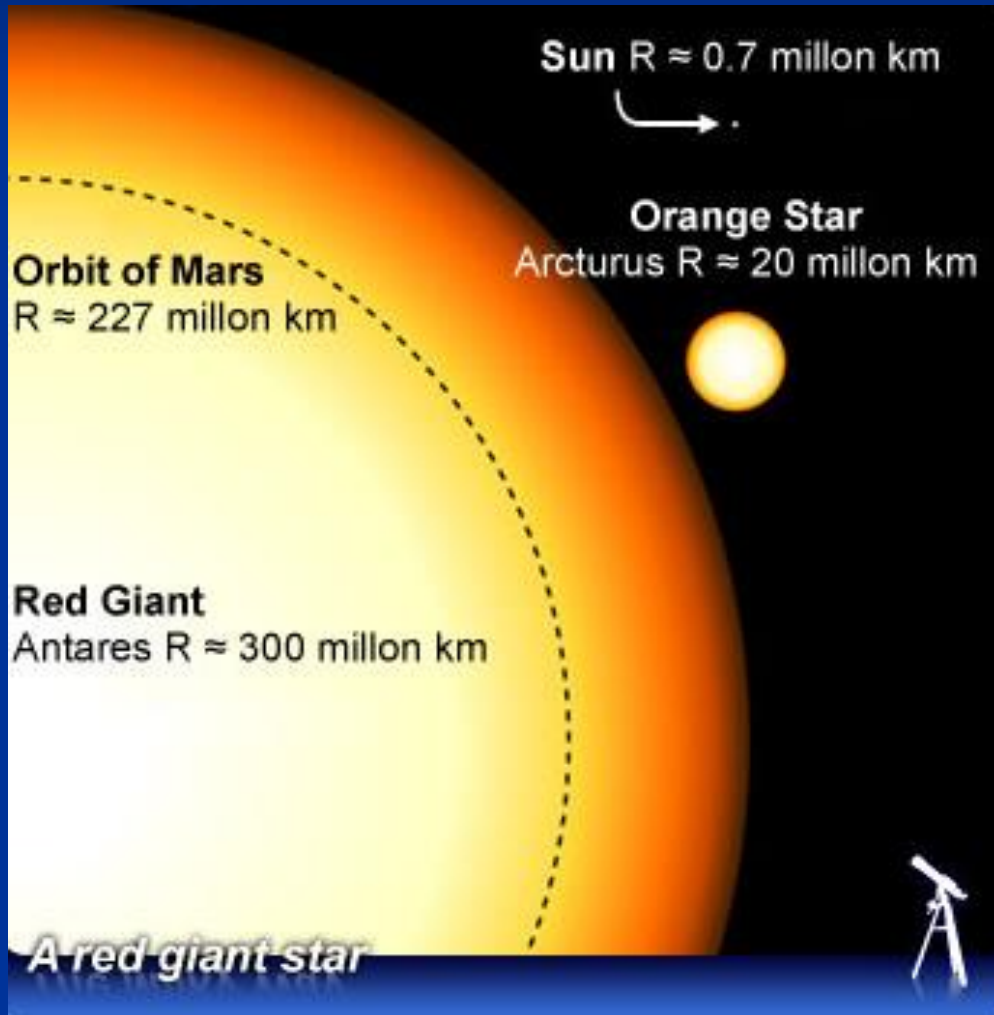
În general, stelele ocupă anumite regiuni ale diagramei.

Poziția stelei în diagramă te ajută să cunoști tipul ei și stadiul evolutiv.



# Evoluția Stelară

## Formarea unei gigante roșii



Stelele  
evoluează în  
moduri diferite,  
în funcție de  
masa lor

# Evoluția Stelară

## Formarea unei pitice albe



O stea de masă mică sau intermediară, cum este Soarele, evoluează spre stadiul de pitică albă, o formă de moarte stelară necatastrofală.



# Nebuloasa Helix



Obiectul central, mic și alb, este o pitică albă, steaua moartă care nu mai produce energie prin fuziune și este vizibilă din cauza temperaturii sale foarte ridicate.

# Nebuloasa Ochiul de Pisică



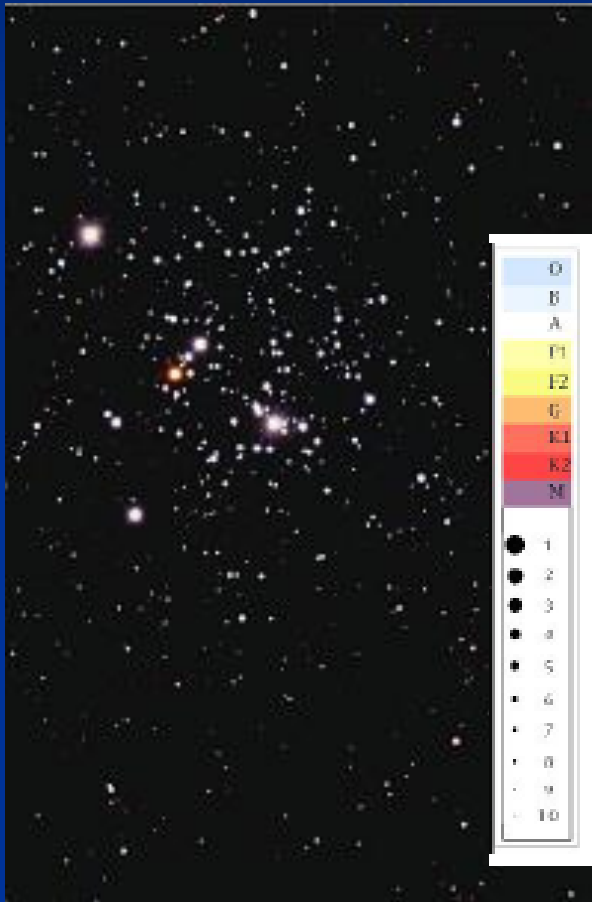
Ochiul de Pisică este o nebuloasă planetară de o mare frumusețe. Aici puteți vedea fotografia în vizibil (stânga - Telescopul Spațial Hubble) și cu raze X (dreapta – Telescopul Chandra).

# Activitatea 4: Vârsta roiurilor stelare deschise

Puteți determina vârsta unui roi de stele, comparând diagrama sa HR cu diagramele roiurilor ale căror vârste sunt cunoscute.



# Activitatea 4: Vârsta roiurilor stelare deschise

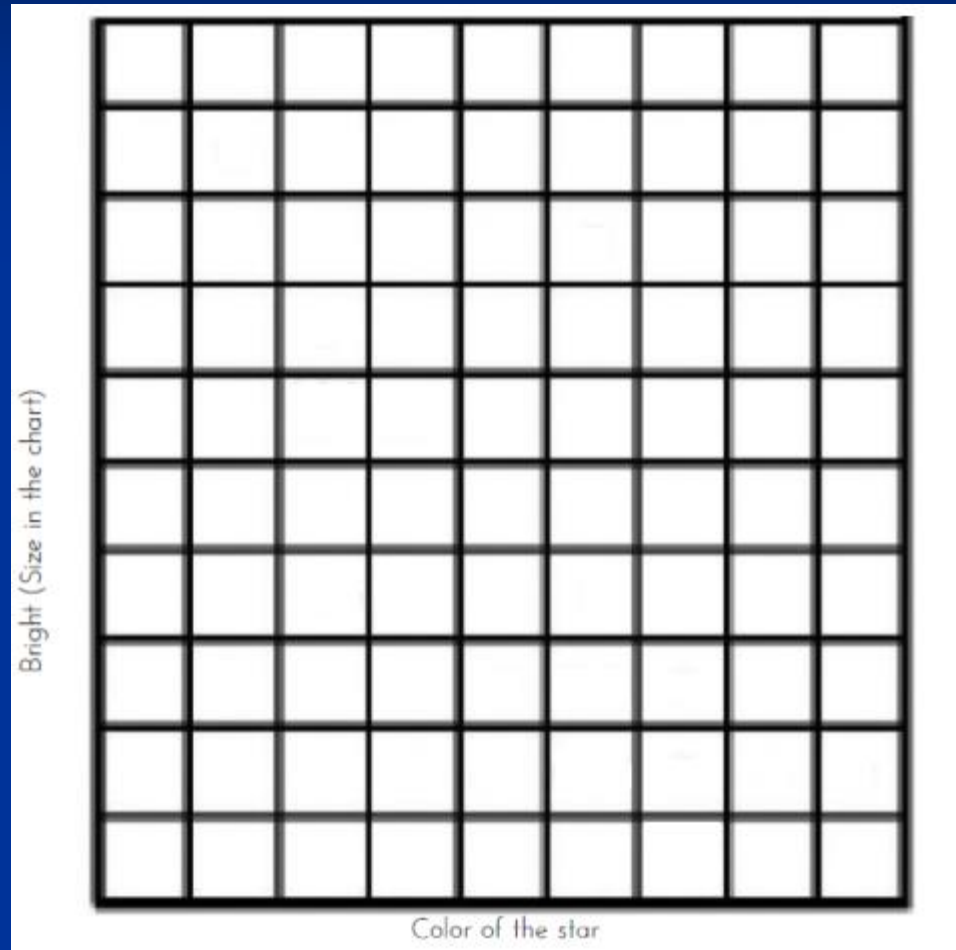


Kappa Crucis

- Desenați un pătrat de 4 cm centrat pe roiul stelar.
- Măsurați luminozitatea stelei alese, comparând-o cu punctele din ghid.
- Estimați culoarea stelei alese, folosind ghidul de culori pentru comparație.

# Activitatea 4: Vârsta roiurilor stelare deschise

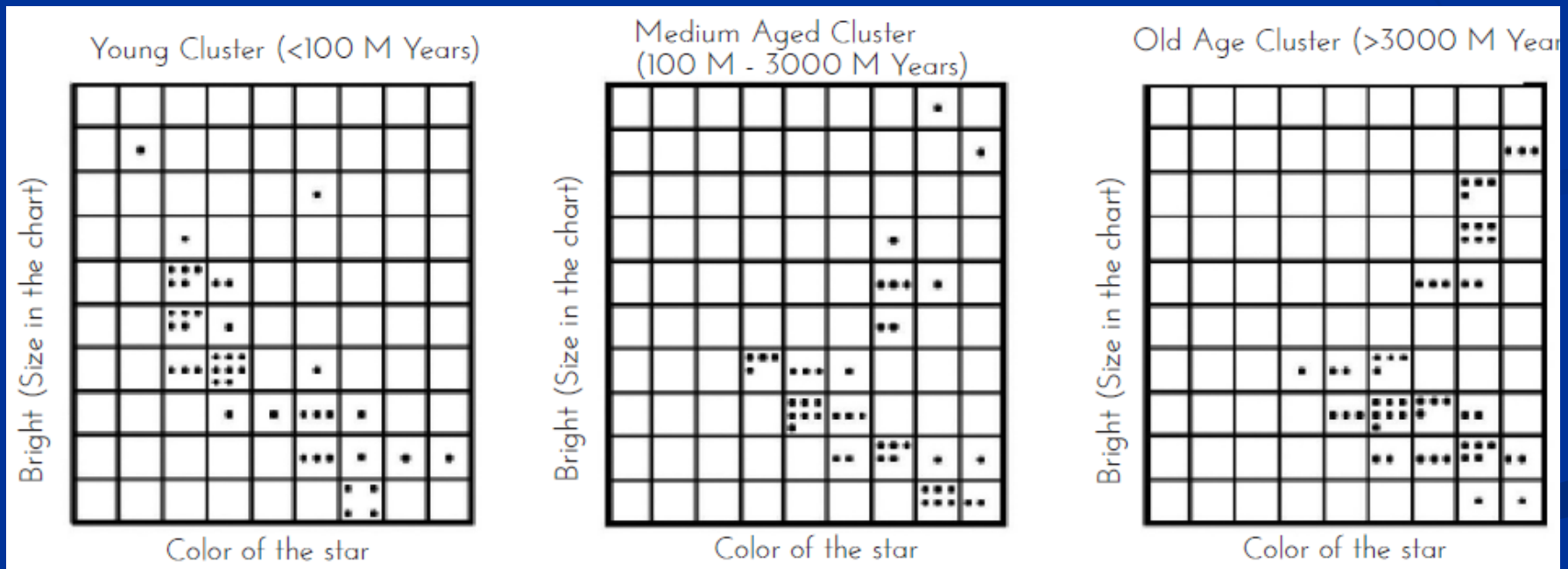
- Poziționați steaua aleasă în grila din dreapta.
- Repetați aceleași etape de lucru pentru alte stele.



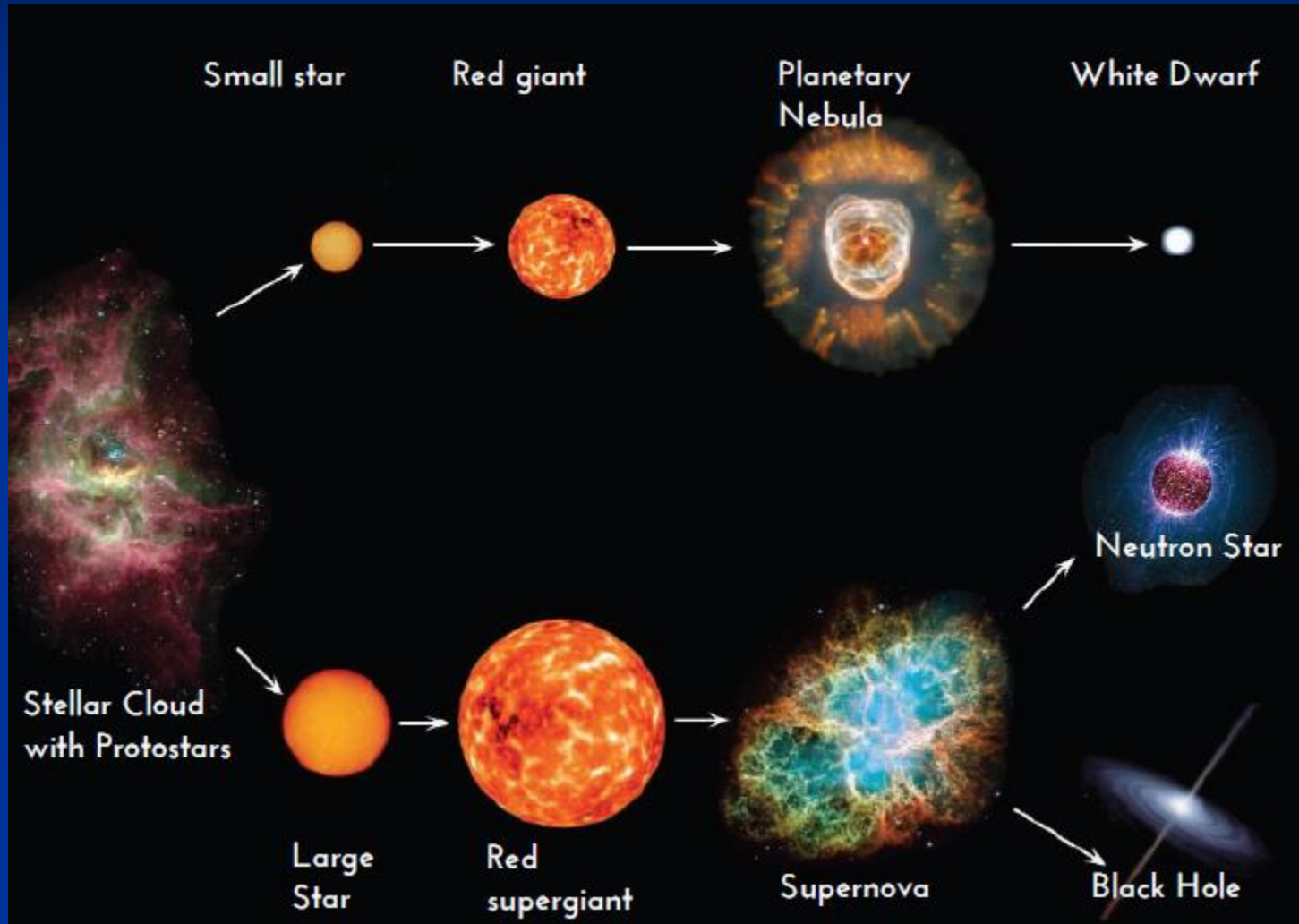


# Activitatea 4: Vârsta roiurilor stelare deschise

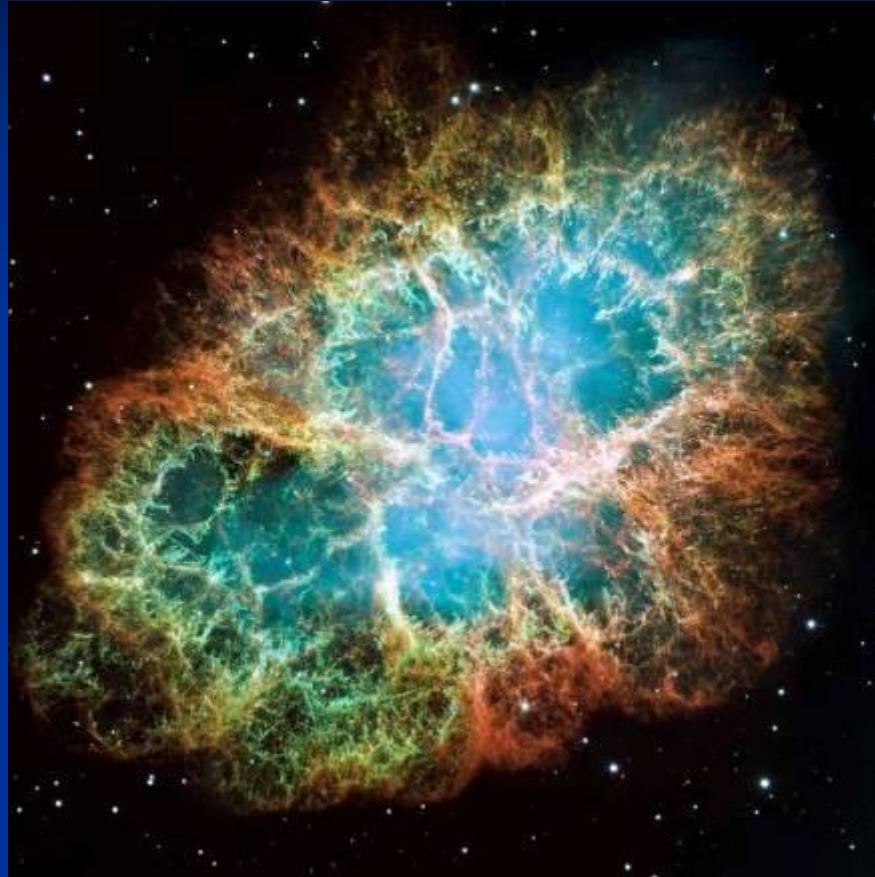
Comparați diagrama obținută cu cele de mai jos. Cât de vechi este roiul analizat?



# Relația dintre masa și moartea stelelor

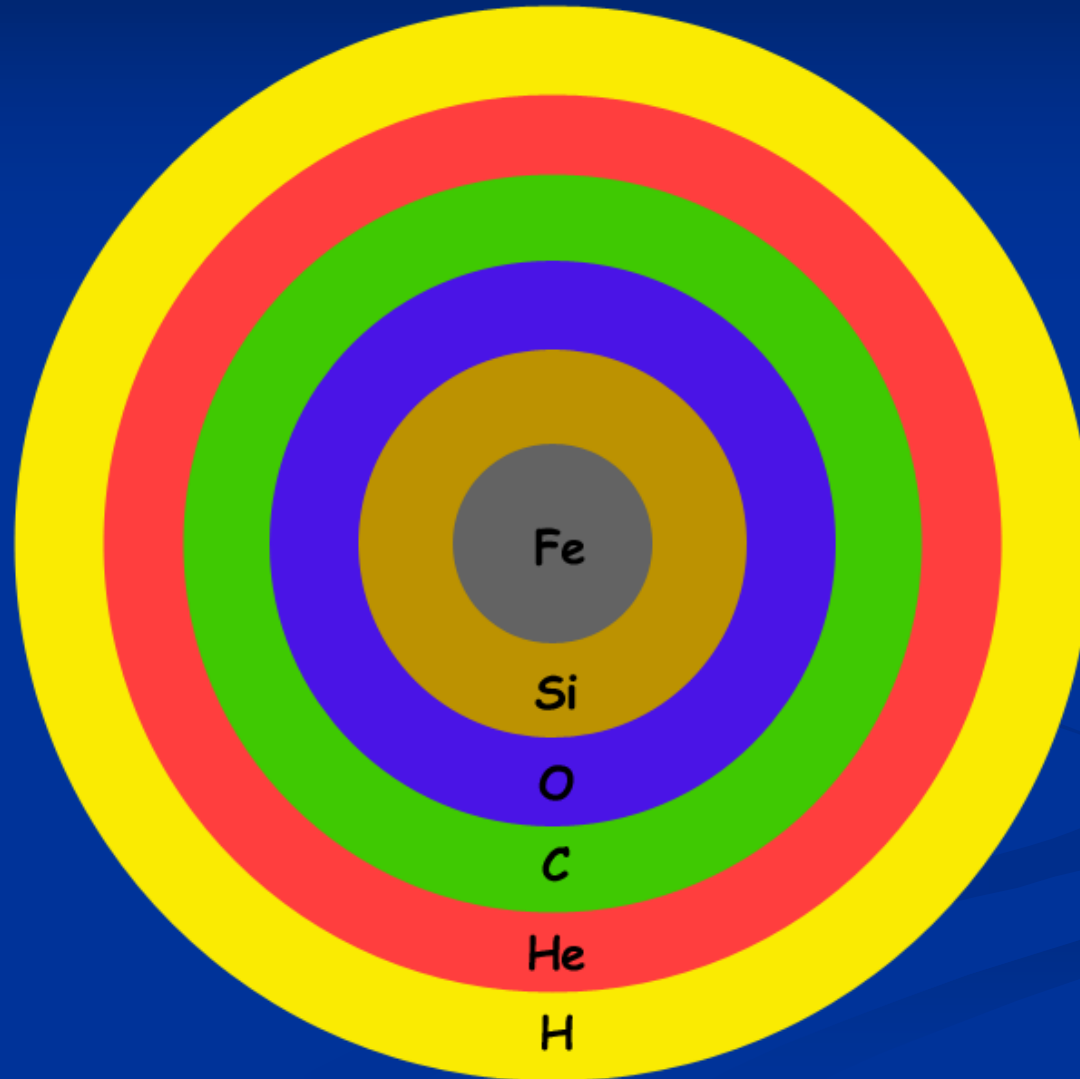


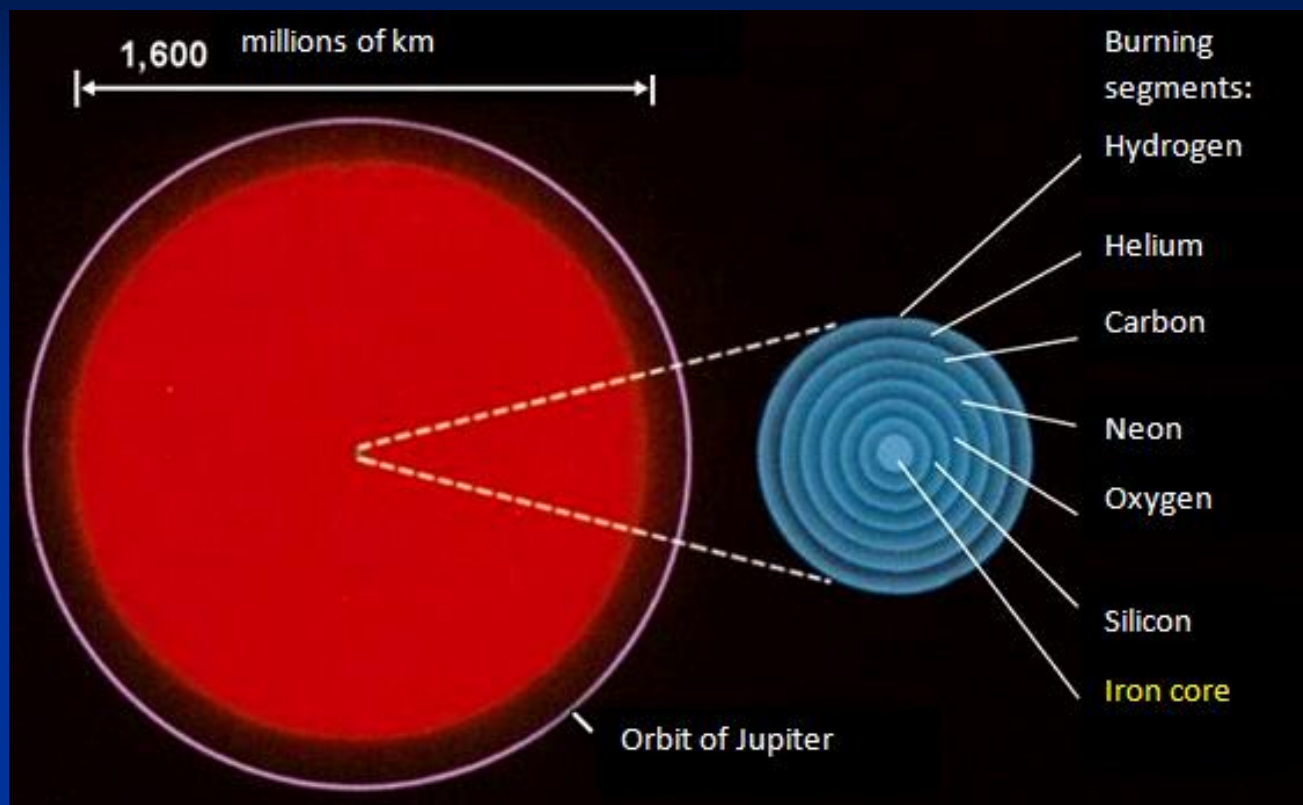
# Moartea unei stele masive



**M1: Nebuloasa Crab din Taur este rămășița supernovei observate în 1054.**

# Stea gata să explodeze ca o supernovă





Caracteristicile unei stele gata să  
explodeze ca o supernovă

# O stea cu 20 de mase solare durează:

- 10 milioane ani, fuzionând hidrogenul în heliu în nucleul său (secvența principală).
- 1 000 000 ani, arzând (fuzionând) heliul
- 300 ani, arzând (fuzionând) carbon
- 200 zile, arzând (fuzionând) oxigen
- 2 zile, consumând siliciu: apoi explozia supernovei este iminentă.



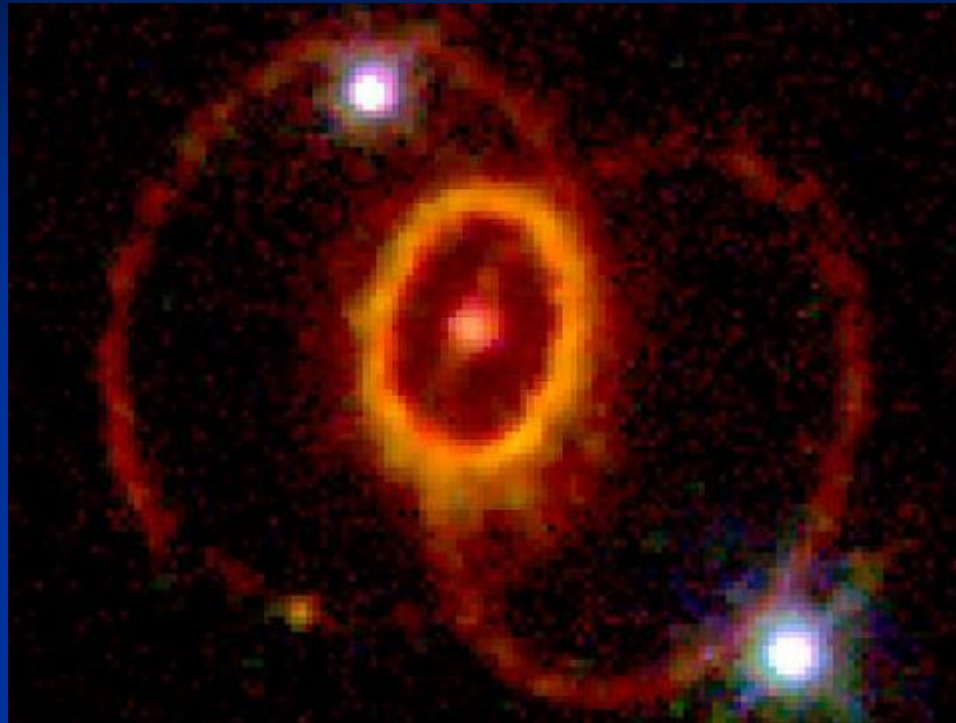
# Supernova 1987A



Supernova 1987A a fost observată în 1987 în Marele Nor al lui Magellan. Norul este la 168 000 a.l.. Lumina are nevoie de 168000 ani pentru a ajunge pe Pământ



# Supernova 1987A - după 10 ani



Materialul ejectat după explozie se îndepărtează cu viteză mare, față de stea.

Această fotografie a SN 1987A a fost realizată de către telescopul spațial Hubble în 1997.







Exemplu de supernovă într-o galaxie îndepărtată. În medie, în fiecare galaxie apare câte o supernovă pe secol. În Calea Lactee nu au mai fost detectate supernove în ultimii 400 ani.

# Activitatea 5: Simularea exploziei unei supernove

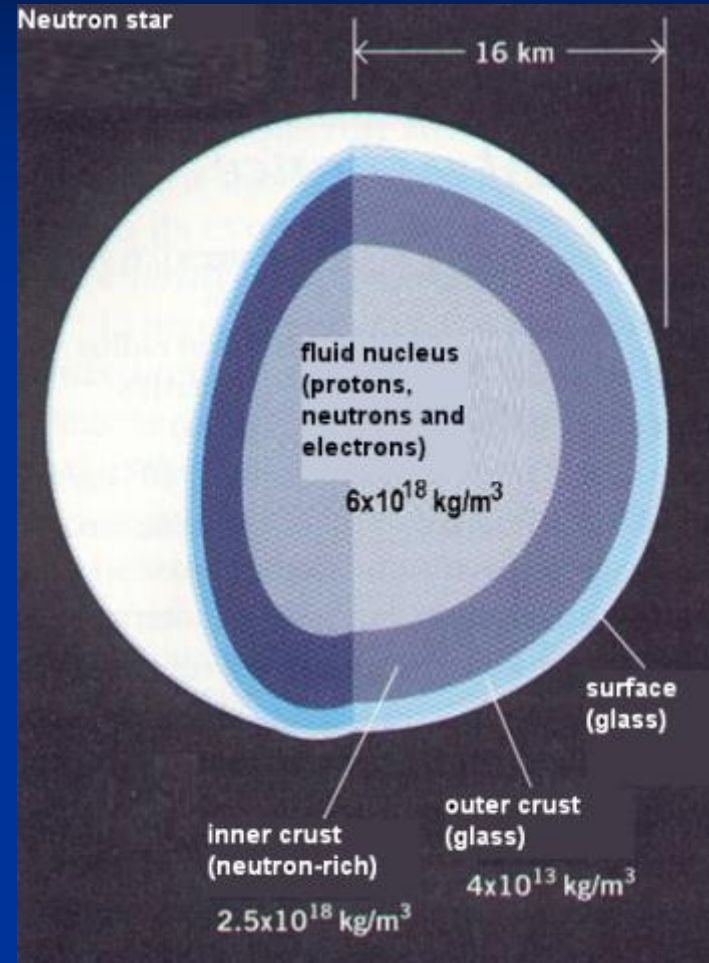
Atunci când o stea explodează ca o supernovă, atomii ușori din straturile exterioare "cad" pe atomii interni mai grei. Apoi aceștia "sar" pe miezul solid împreună cu atomii ușori.



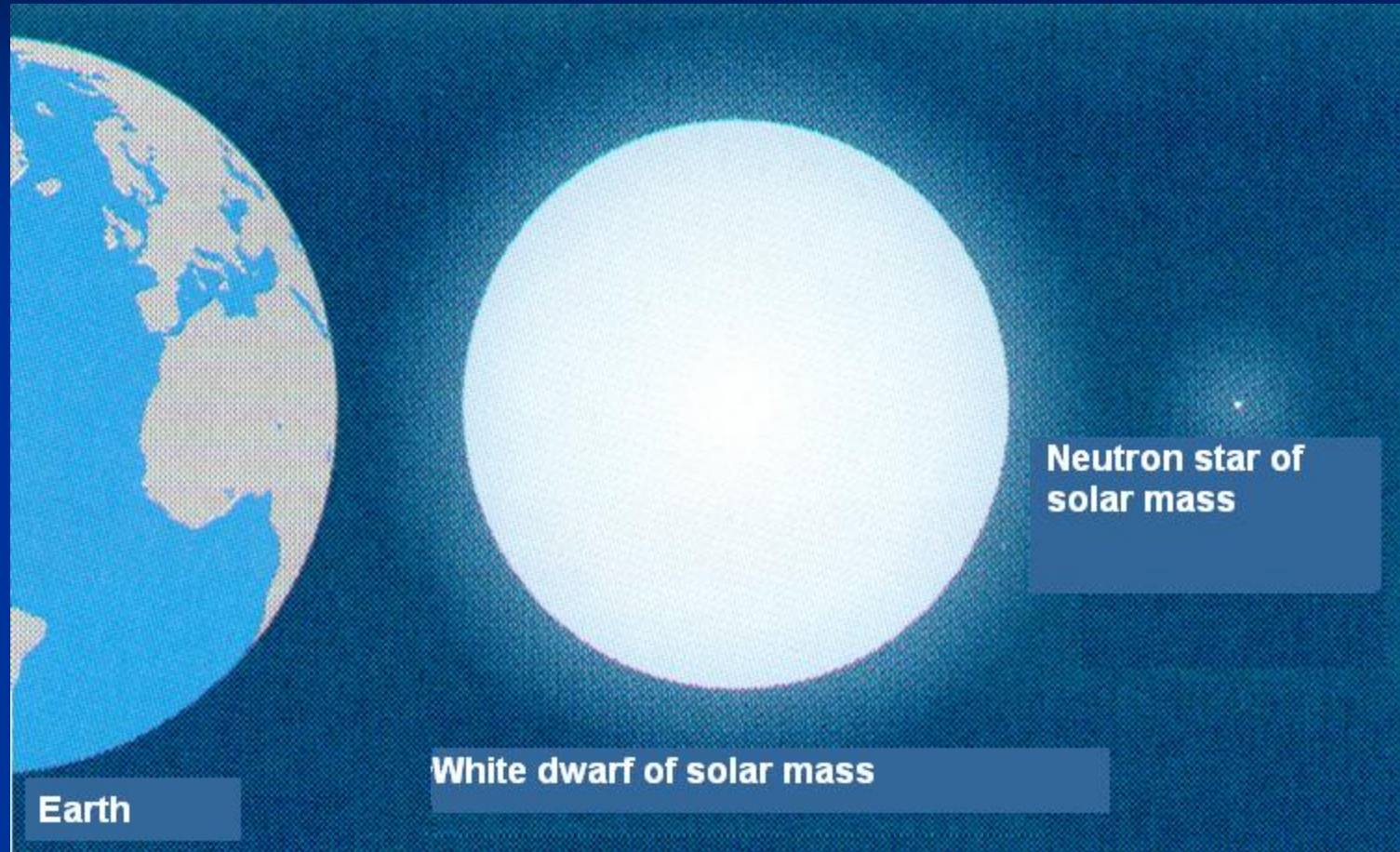
În acest model, podeaua reprezintă nucleul solid al stelei neutronice, o minge de baschet este un atom al unui element greu, care "împinge" particula ușoară care cade de mai sus, reprezentată de mingea de tenis.

# Stelele neutronice

O altă formă de moarte stelară este reprezentată de stelele neutronice sau pulsarii.

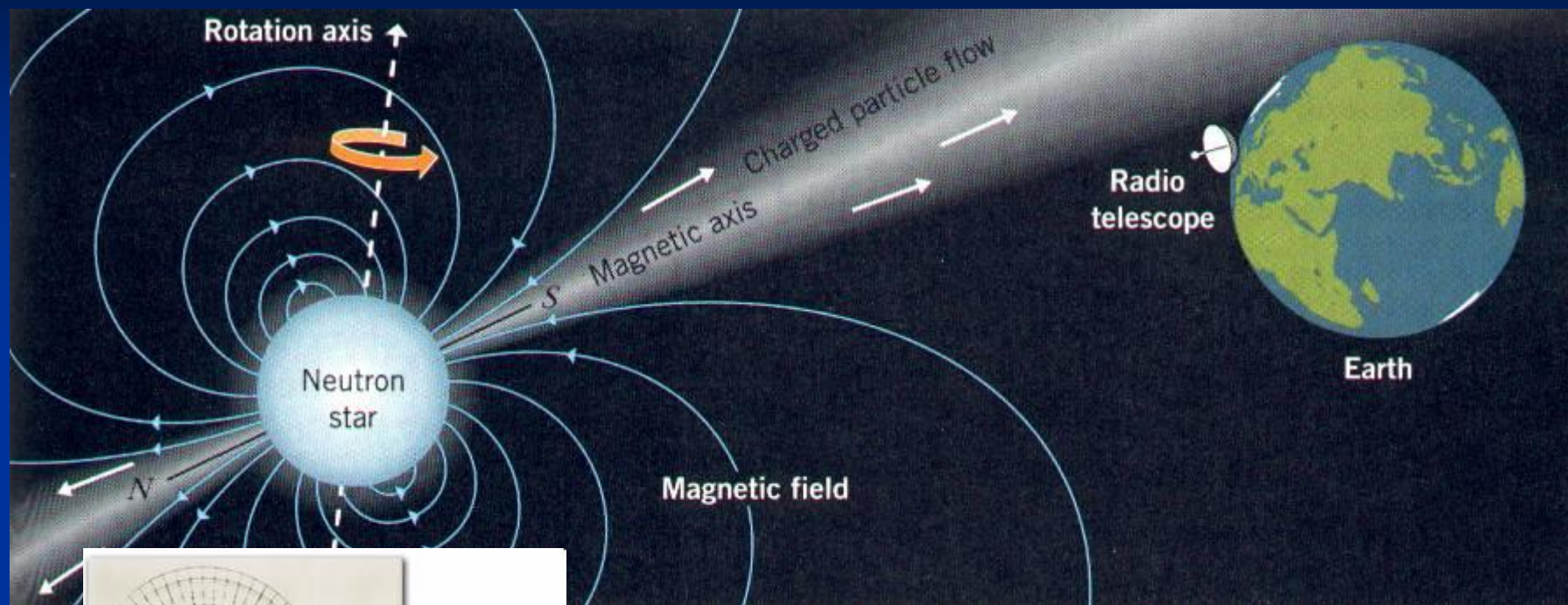


# Stelele neutronice



Comparația dimensiunilor

# Pulsari



Cum este văzută de pe Pământ  
radiația emisă de un pulsar.

Jocelyn Bell, descoperitoarea  
pulsarilor în 1967.



# Activitatea 6: Simularea unui pulsar

Un pulsar este o stea neutronică, foarte masivă și cu rotație rapidă. Aceasta emite radiații, dar sursa nu este complet aliniată cu axa de rotație, astfel încât, lumina se rotește ca un far.

În cazul în care fasciculul de lumină este orientat spre Pământ, ceea ce vedem este un semnal luminos, ce se repetă de mai multe ori pe secundă.



Montare



Rotire



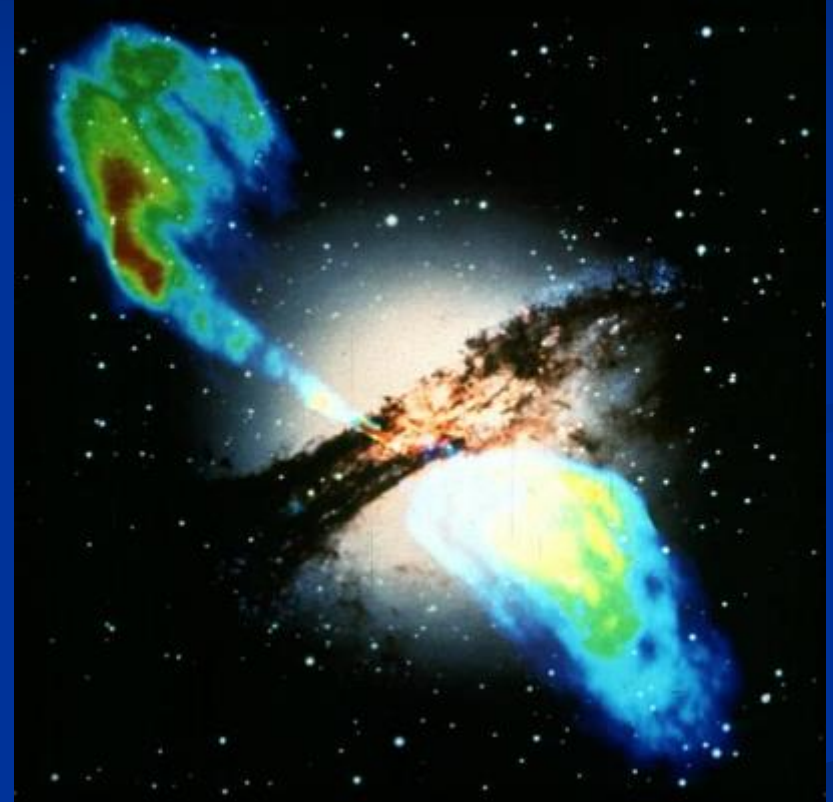
# A treia formă de moarte stelară: Găuri Negre

John Mitchell și Simon Laplace au propus posibilitatea ca la sfârșitul vieții lor, obiectelor supermasive să sufere o prăbușire gravitațională.

Ei au numit aceste obiecte găuri negre, ele fiind invizibile în domeniul vizibil, atâta timp cât forța lor gravitațională este atât de mare încât nimic nu poate scăpa din ele, nici măcar lumina.



# Evoluția stelară: Găuri Negre



În centrele galaxiilor există găuri negre supermasive



# Activitatea 7: Simularea curburii spațiului și a unei găuri negre

Este posibil să se simuleze curbura spațiului determinată de o gaură neagră, folosind o bucată de țesătură elastică (Lycra) și un balon umplut cu apă.



Traectoria mingii de tenis nu este o linie dreaptă, ci o curbă.

# Activitatea 7: Simularea curburii spațiului și a unei găuri negre

Plasa elastică, vândută în farmacii, poate fi de asemenea utilizată în același scop.

Dacă vom desface plasa elastică, adâncitura este mai mare și așa simulăm o gaură neagră.



**Vă mulțumesc foarte  
mult pentru atenție!**