

Живота на звездите

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

*International Astronomical Union Escola Secundária de
Loulé, Portugal*

*ITeDA and Universidad Tecnológica Nacional, Argentina
Colegio Retamar de Madrid, Spain*

Technical University of Catalonia, Spain



Цели:

- Разберете разликата между видима величина и абсолютна величина.
- Разберете диаграмата на Hertzsprung-Russell - диаграма цвят/светимост.
- Разберете понятия като свръхнова, неутронна звезда, черна дупка и пулсар.



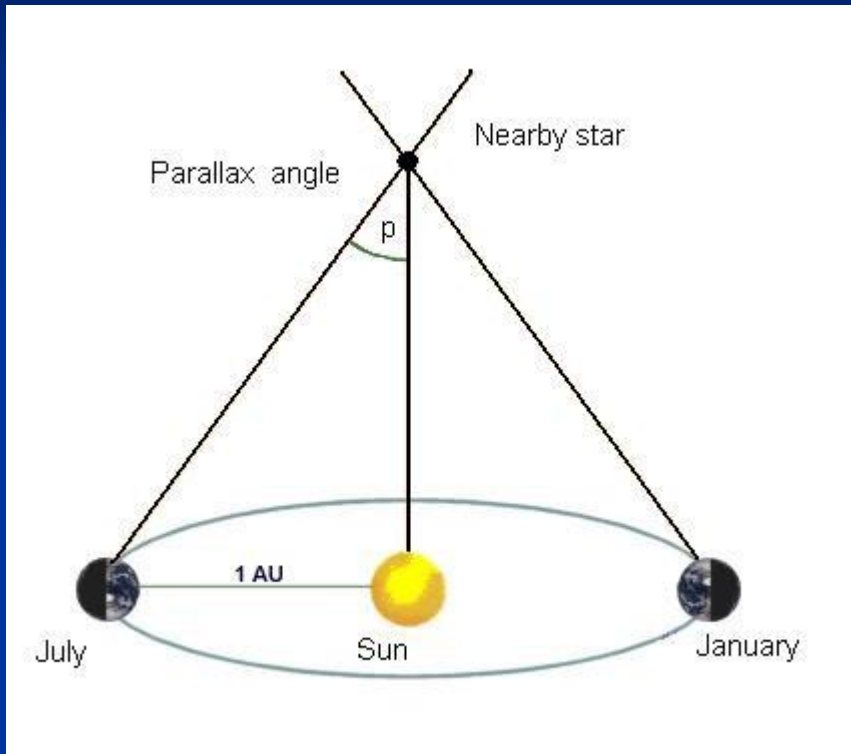
Деятност 1: Симулиране на

па



- Дръжте палеца си насочен нагоре с изпъната ръка.
- Продължете да гледате, първо само с отворено ляво око, а след това само с дясно. Какво виждаш?
- Сега преместете пръста си наполовина до носа си и повторете наблюдението. Какво виждаш?

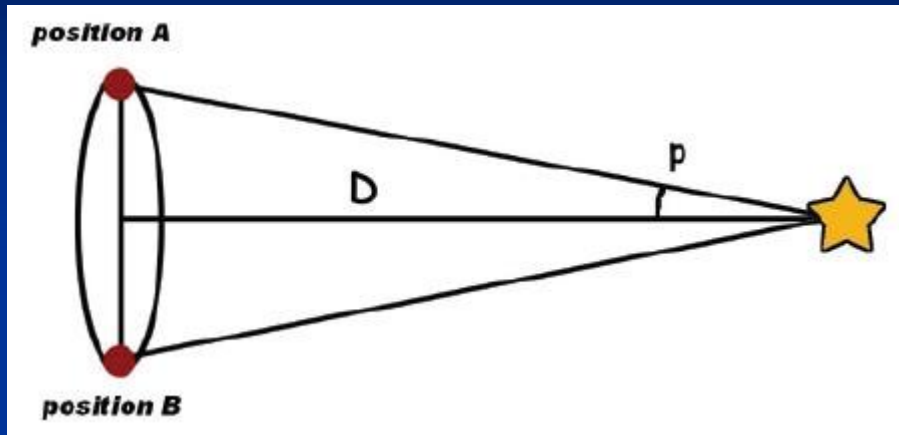
Паралакс



Source: Columbia University.

- Паралаксът е привидно разликата в позицията на обект, когато се гледа от различни места.
- Позицията на близка звезда на небето изглежда се променя, когато се гледа от Земята в момента и след шест месеца по-късно.
- Така можем да измерим разстоянието до близките звезди.

Паралакс



$$D = \frac{AB/2}{2 \tan p} = \frac{AB}{p}$$

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

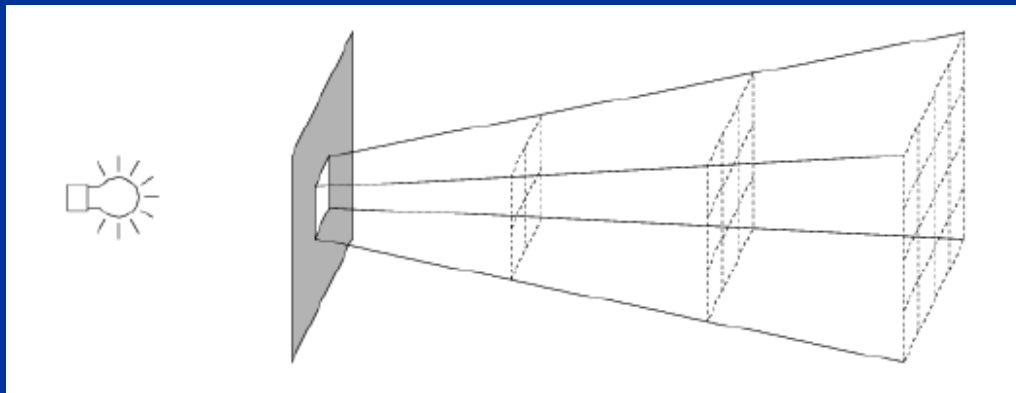
1 парсек = 3.26 светлинни години (l.y.)

$$d = 1/p$$



Дейност 2: Закон за обратната квадратична зависимост

Звездата излъчва радиация във всички посоки. Интензивността (I), получено на разстояние D , на единица повърхностна площ, е светимостта L (мощност) на звездата, разделена на площта на сфера, центрирана върху звездата.



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

Дейност 2: Закон за обратната квадратична зависимост

Когато разстоянието се удвои, съответната площ е четири пъти по-голяма, а интензитетът на светлината (падащата светлина на единица площ) ще стане четири пъти по-малък.

Интензитетът на светлината е обратно пропорционален на квадрата на разстоянието от източника.

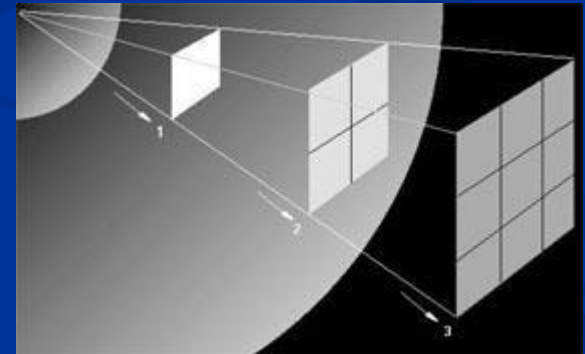
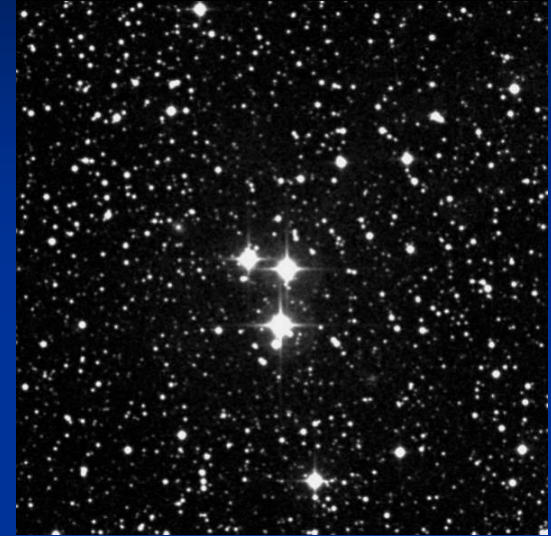


Скала на звездните величини

Звездите показват различна яркост. Най-ярката звезда, която виждате, може да е с малка яркост и да е близо или с голяма яркост и да е далеч.

Яркостта се определя като:

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



Скала на звездните величини

Хипарх е роден в Никея (сега известен като Изник, Турция) през 190 г. пр.н.е. Смята се, че той е починал в Родос, Гърция, през 120 г. пр.н.е.

Около 125 години пр. н. е. той дефинира системата от величини.



Скала на звездните величини

Хипарх определил най-ярките звезди с 1-ва величина, тези с по-слаба светлина - с 2-ра величина и продължил до най-слабите звезди, които той определил с 6-та величина.

Тази система, леко променена, се използва и днес: колкото по-голяма е величината, толкова по-бледа е звездата.

Астрономите се позовават на яркостта на звезда, когато говорят за нейната величина.



Скала на звездните величини

През 1850 г. Робърт Погсън предложил разлика от 5 величини да бъде точно равна на съотношението на яркостта от 100 към 1.

Това е формалната дефиниция на скалата на величината, която се използва от астрономите днес.



Pogson's Law

From the computational point of view, it is useful to use the logarithmic scale to write this relation:

$2.5 \log (B_1/B_2) = m_2 - m_1$ For example:

- Sirius, the brightest star on the sky, has a magnitude of **-1.5**
- The magnitude of **Venus is -4**
- The magnitude of **the Moon is -13**
- The magnitude of **the Sun is -26.8**

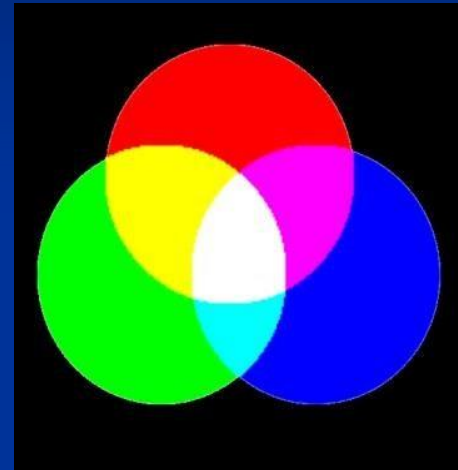
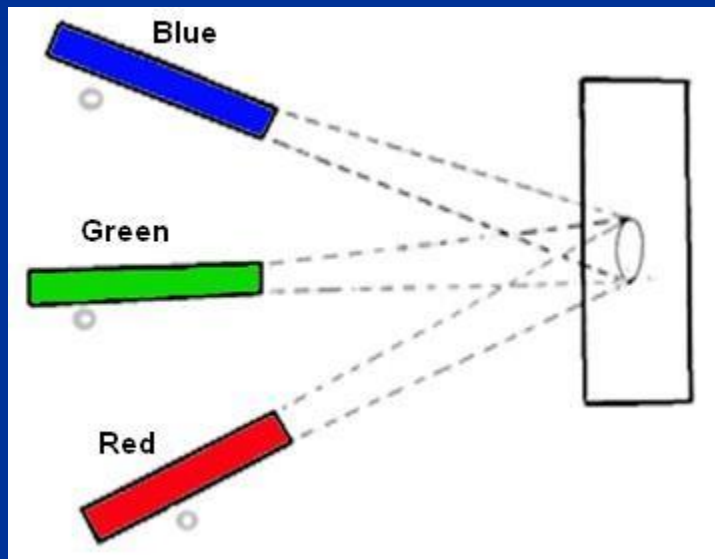


Видима и абсолютна звездна величина

- Една много мощна, но далечна звезда може да има същата видима звездна величина (m) като друга по-слаба звезда, но по-близка.
- Астрономите са установили концепцията за абсолютна звездна величина (M), където звездата се предполага, че е на разстояние 10 парсека (32,6 светлинни години) от нас.
- С абсолютната звездна величина вече можем да сравним „реалната яркост“ на две звезди или еквивалент на нея, тяхната мощност или яркост.
- Математическата връзка между m и M е: $M = m + 5 - 5 \log d$, където d е реалното разстояние до звездата.

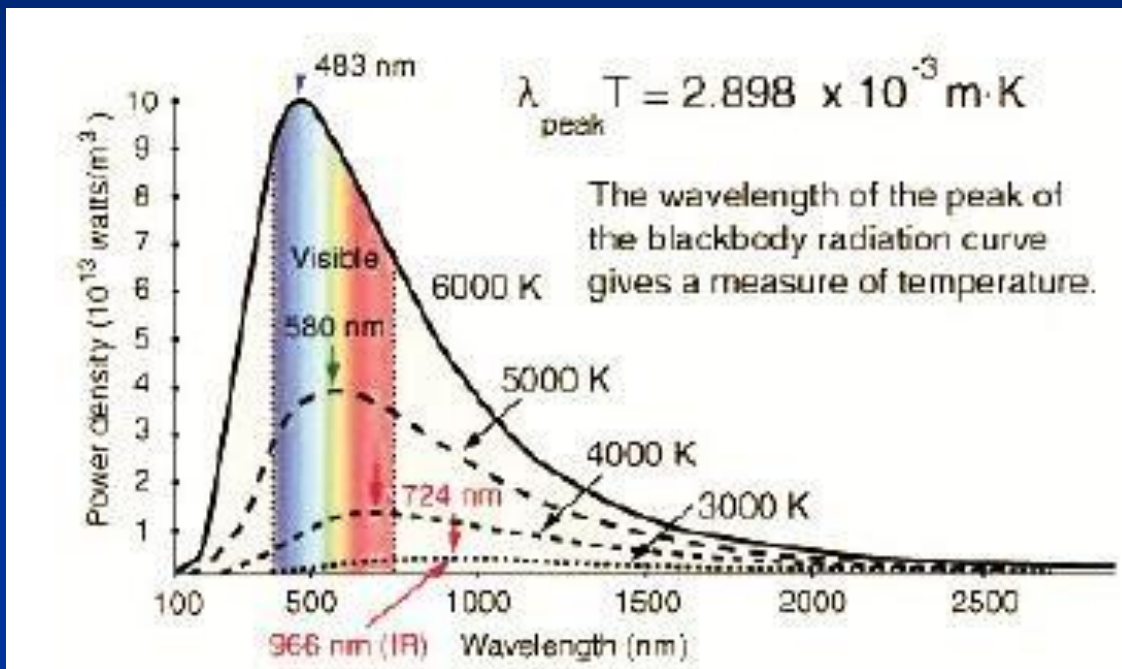
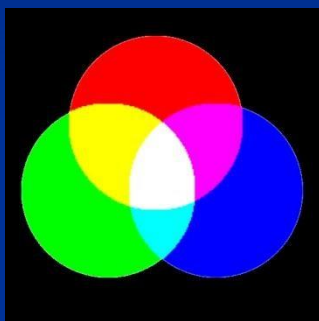


Дейност 3: Цвет на звездите



Дейност 3: Цвет на звездите

Звездите показват различни цветове според температурата си

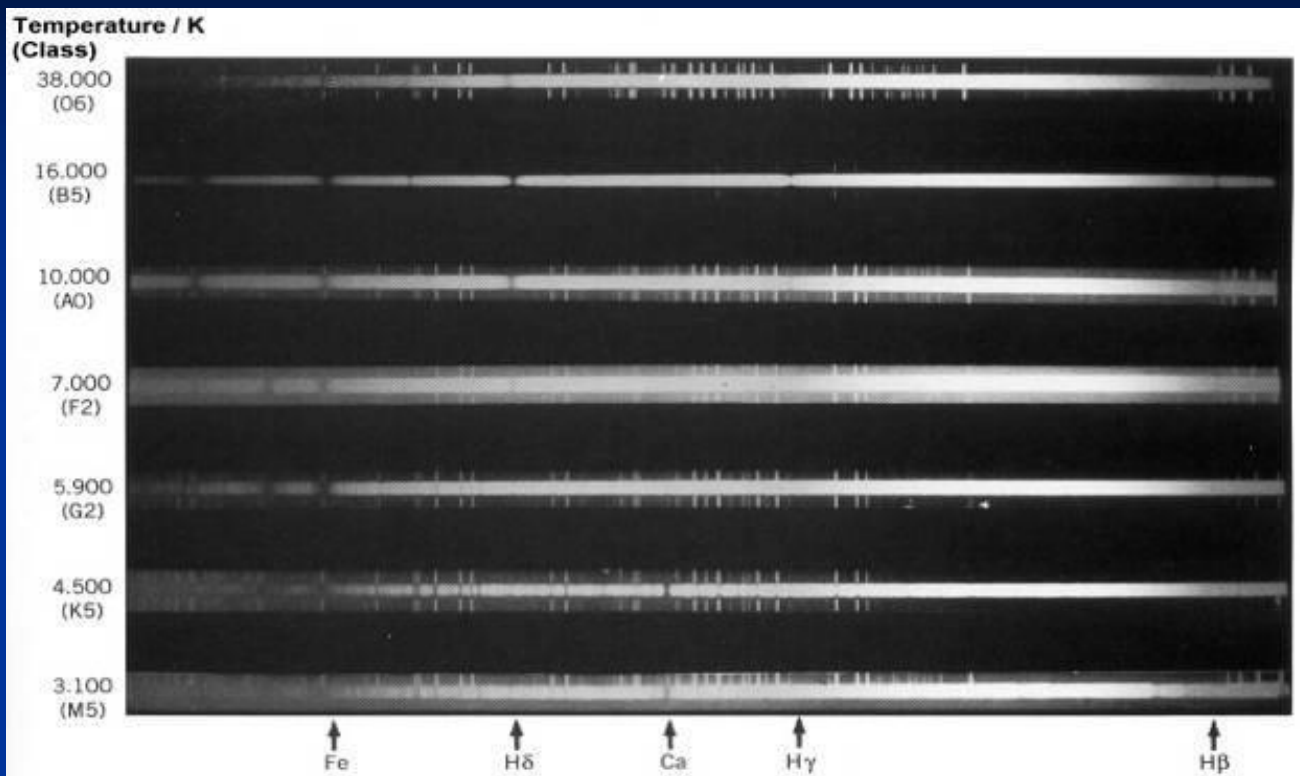


Звездите с междинна температура излъчват максимална емисия в зелена светлина, но също така излъчват много червена и синя светлина. Резултатът е средна стойност на видимите дължини на вълната и сумата от всички цветове на спектъра е бяла.

Ето защо няма зелени звезди!



Спектрални класове



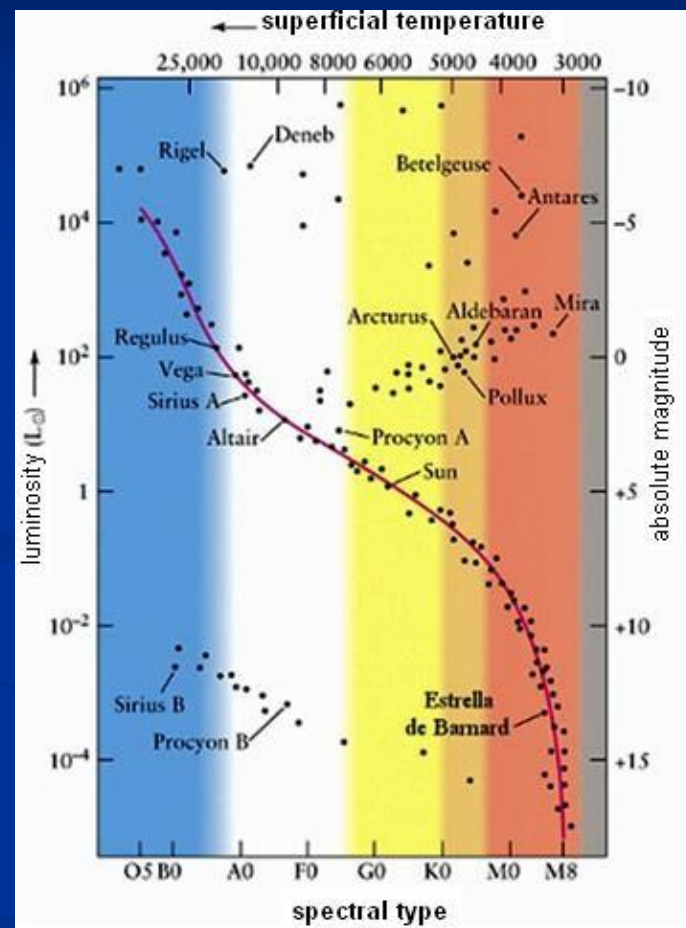
Връзка между спектрална класификация, температура и цвят на звездите.

Диаграма на Hertzsprung-Russell

Звездите могат да бъдат представени в емпирична диаграма, като се използва тяхната повърхностна температура (или спектрален тип) във функция на тяхната яркост (или абсолютна величина).

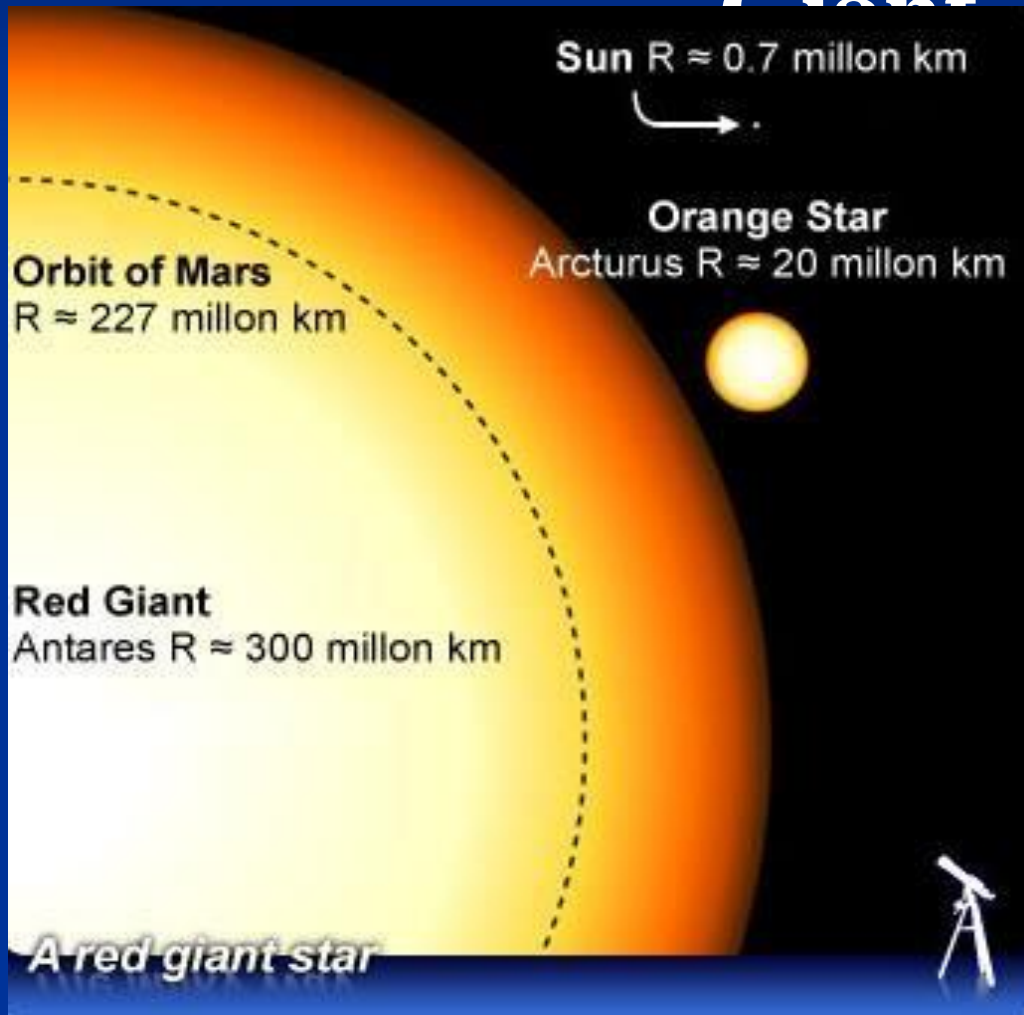
По принцип звездите заемат определени области на диаграмата.

Позицията на звездата ви помага да разберете вида на звездата и нейния еволюционен етап.



Stellar Evolution

Formation of a Red Giant



The stars evolve in different ways depending on their mass.

Звездна еволюция

Формиране на бялото джудже



Звезда с ниска или средна маса, като Слънцето, еволюира в бяло джудже. Това е форма на некатастрофална звездна смърт.



Helix Nebula

Мъглявината Охлюв



Централният обект, малък и бял, е бяло джудже, мъртва звезда, която вече не произвежда енергия чрез синтез и се вижда само поради много високата си температура.



Cat's Eye Nebula

МЪГЛЯВИНАТА КОТЕШКО ОКО



Мъглявината Котешко око е планетарна мъглявина с голяма красота. Тук можете да видите снимката във видимата област (вляво, космически телескоп Хъбъл) и рентгенови лъчи (вдясно, телескоп Чандра).

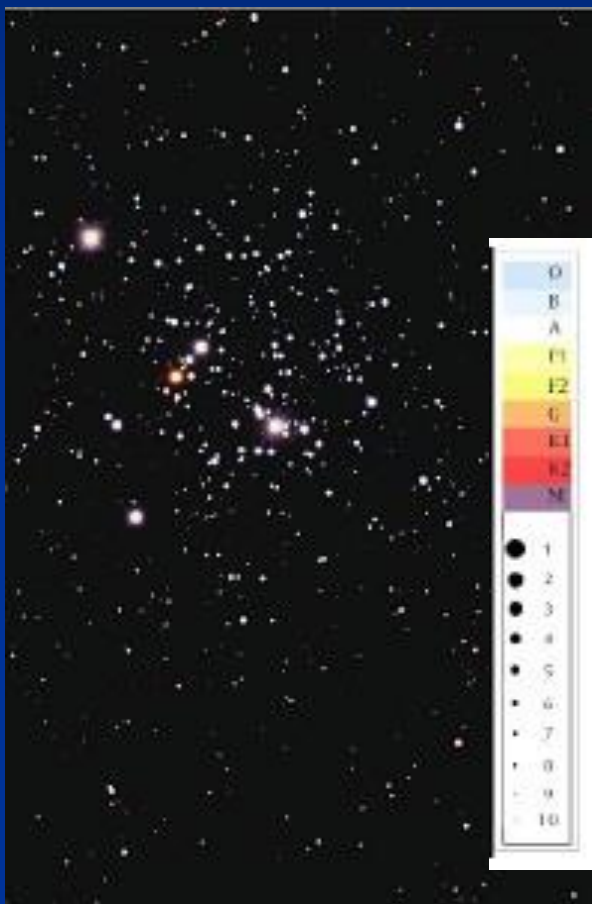


Дейност 4: Възрастта на разсеяните звездни купове

Можете да определите възрастта на звезден куп, като сравните HR диаграмата с други диаграми на купове, чиято възраст е известна.



Деятност 4: Възрастта на разсеяните звездни купове



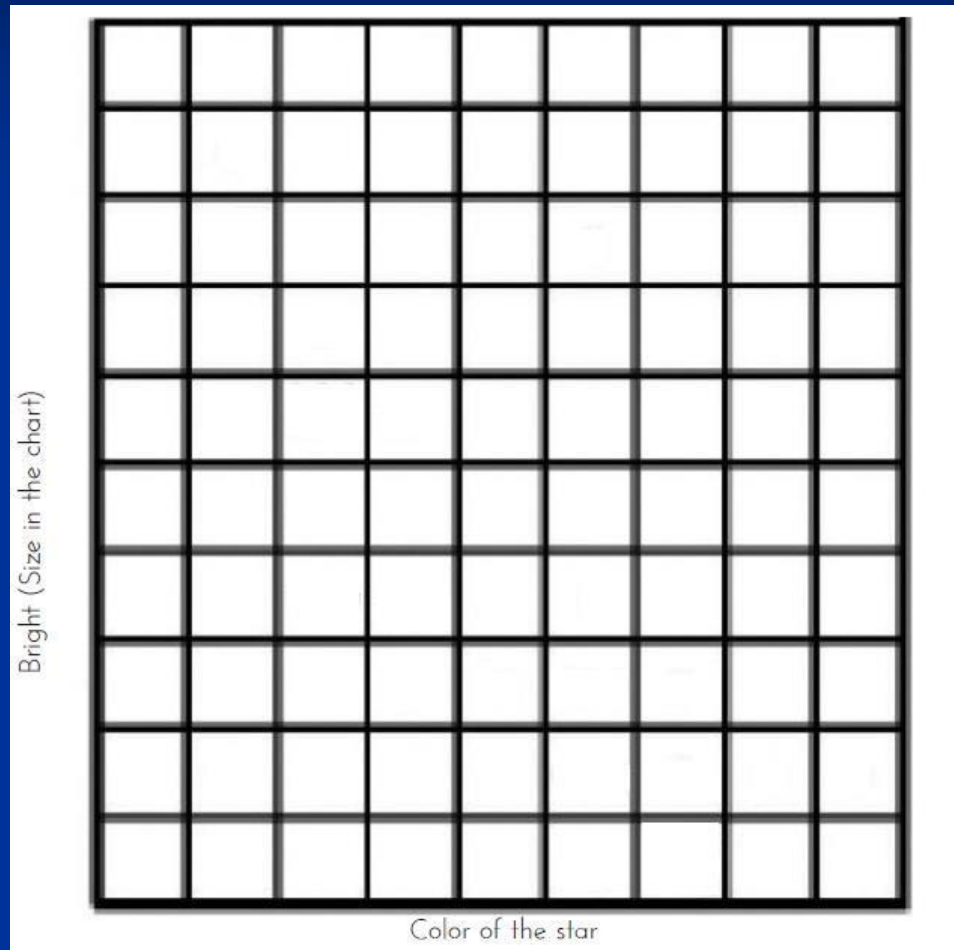
- Начертайте квадрат със страна 4 см, центрирана върху звездният куп.
- Измерете яркостта на избраната звезда, като я сравните с ръководството.
- Оценете цвета на избраната звезда, като използвате ръководството за цветовете за сравнение.

Карпа Crucis



Дейност 4: Възрастта на разсеяните звездни купове

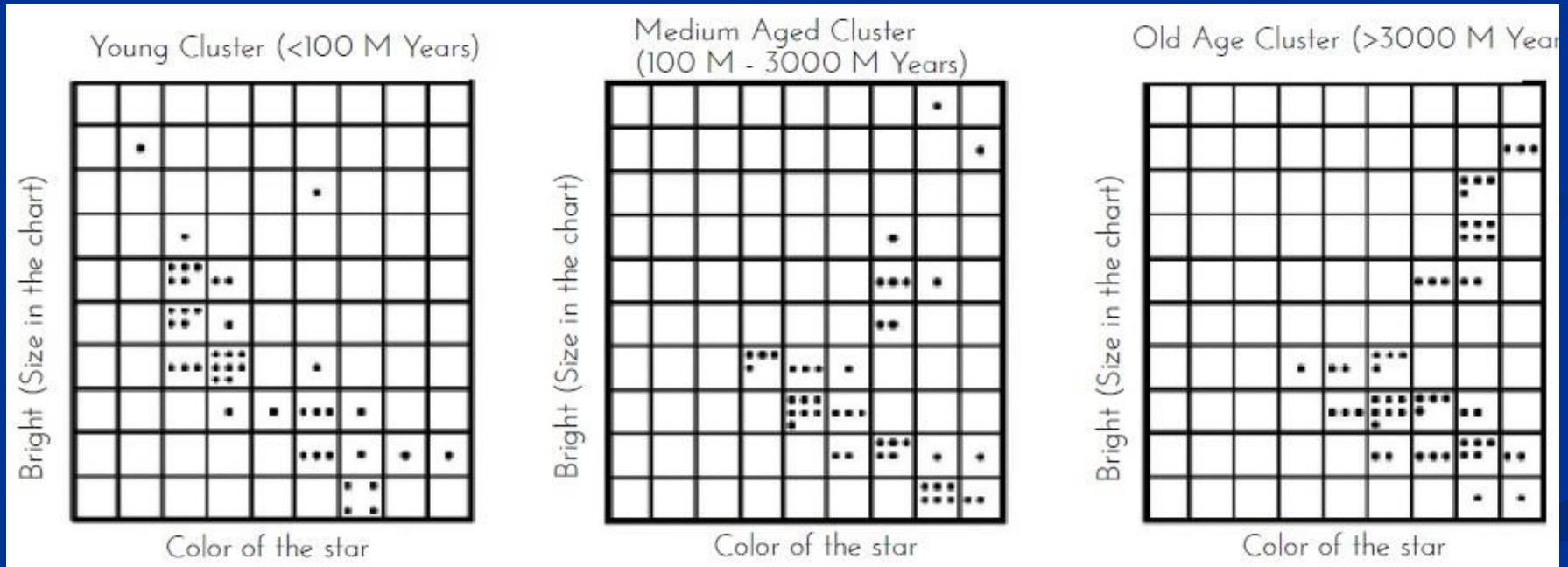
- Намерете тази звезда в решетката вдясно.
- Повторете с други звезди.



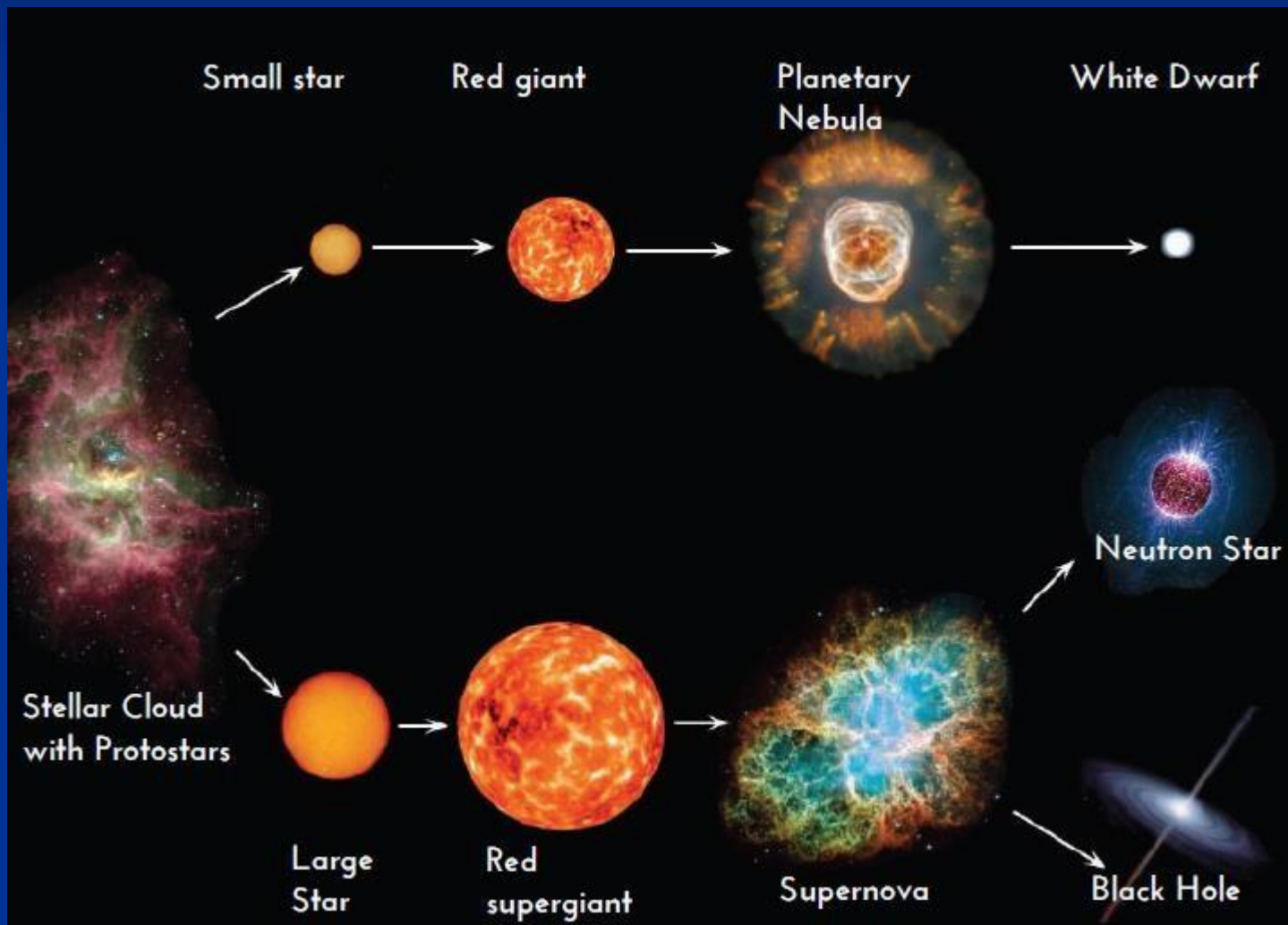
Дейност 4: Възрастта на разсеяните звездни купове

Сравнете вашата измерена диаграма с тези по-долу.

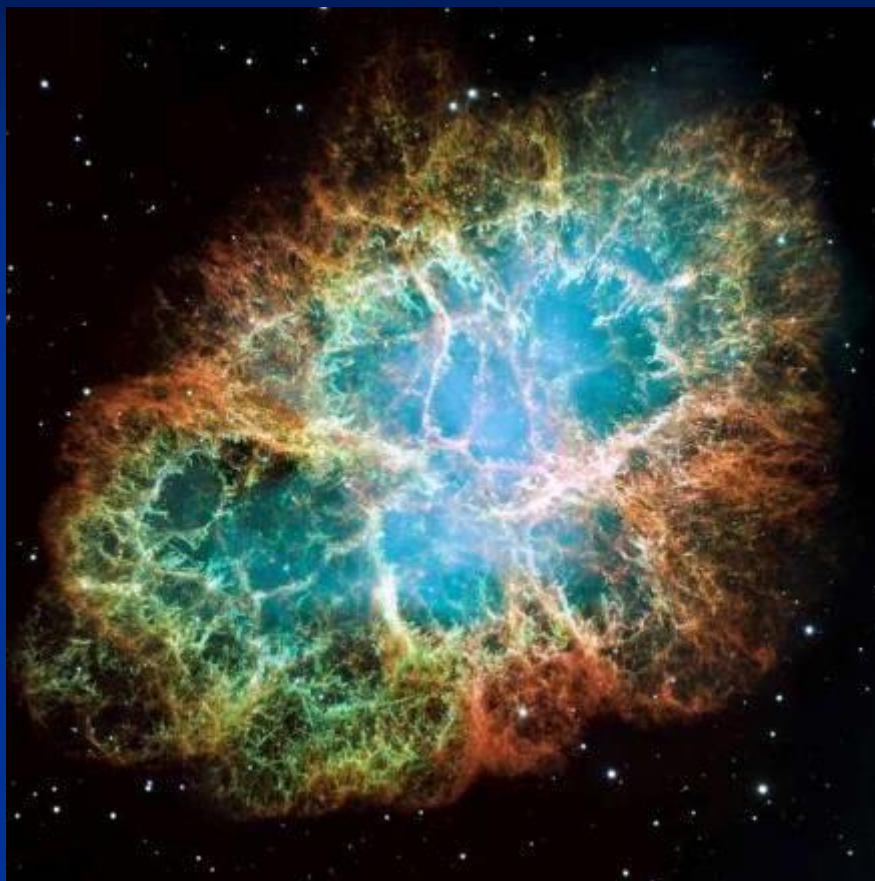
На колко години е вашият звезден куп?



Връзка между масата и смъртта на звездите



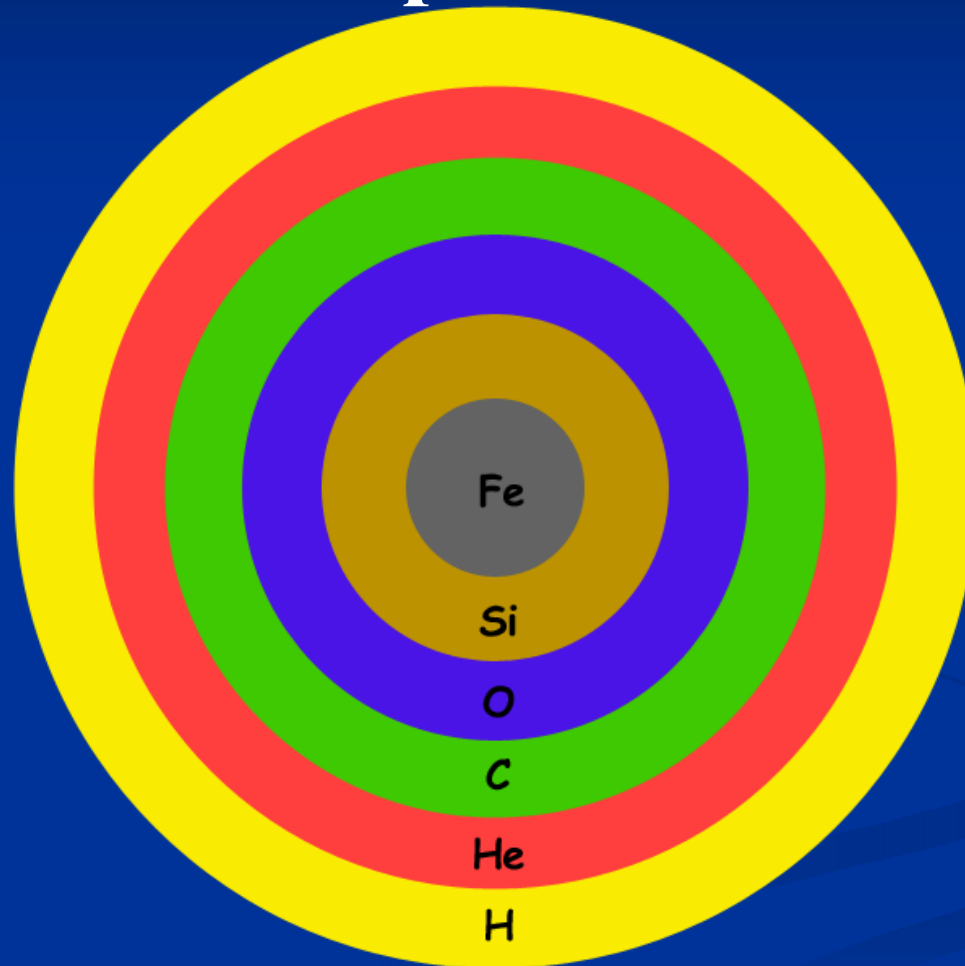
Смъртта на масивни звезди

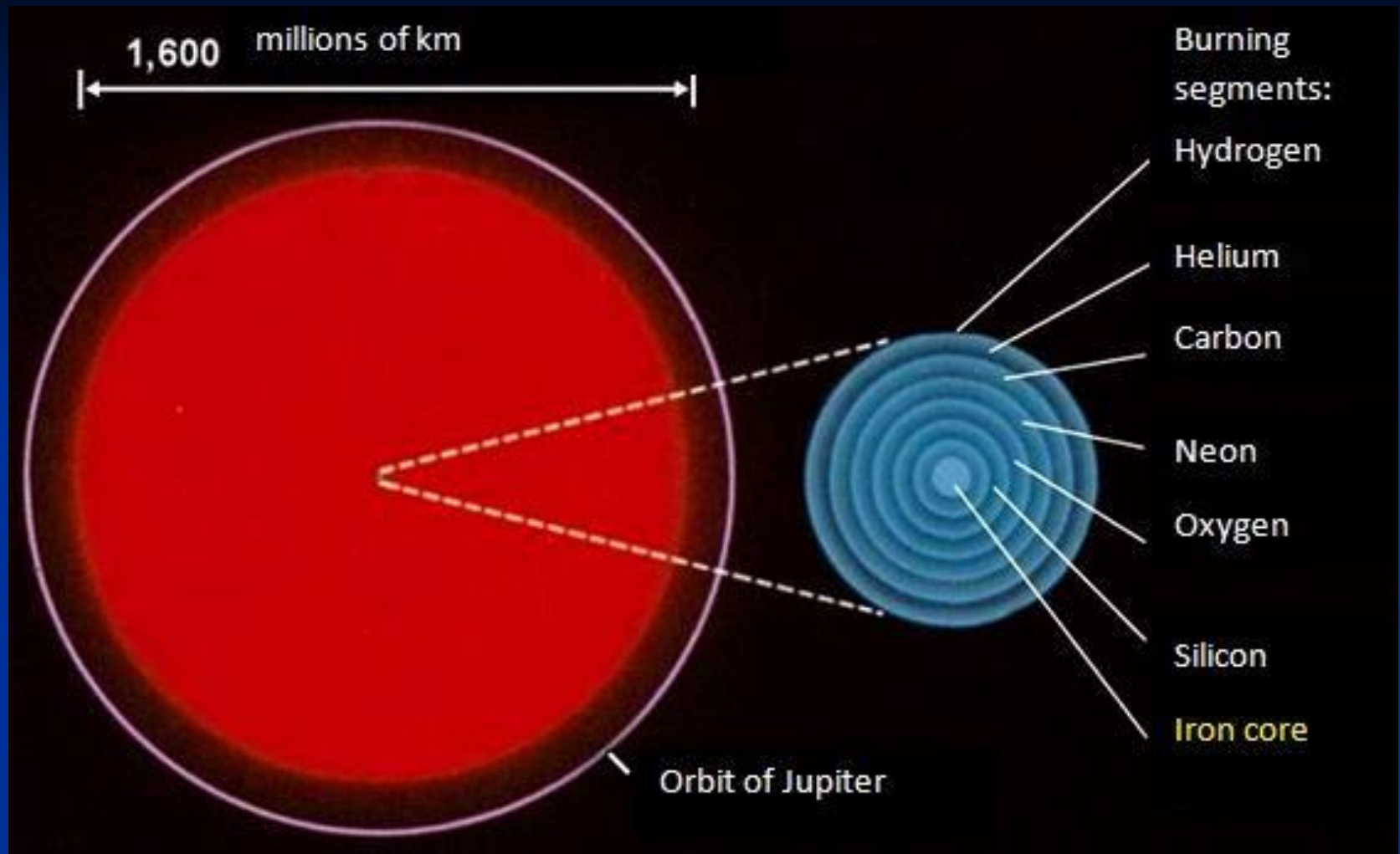


M1: Мъглявината Рак в Телец е остатъкът от свръхновата, наблюдавана през 1054 г. сл. Хр.



Звезда, готова да избухне като свръхнова





Характеристики на звезда, готова да избухне като свръхнова



Звезда с 20 слънчеви маси продължава:

- 10 милиона години синтез на водород в хелий вътре в ядрото (главна последователност)
- 1 милион години изгаряне (синтез) на хелий
- 300 години изгаряне (синтез) на въглерод
- 200 дни изгаряне (синтез) на кислород
- 2 дни в консумация на силиций: тогава експлозията на свръхновата е неизбежна.



Сврѣхнова 1987А

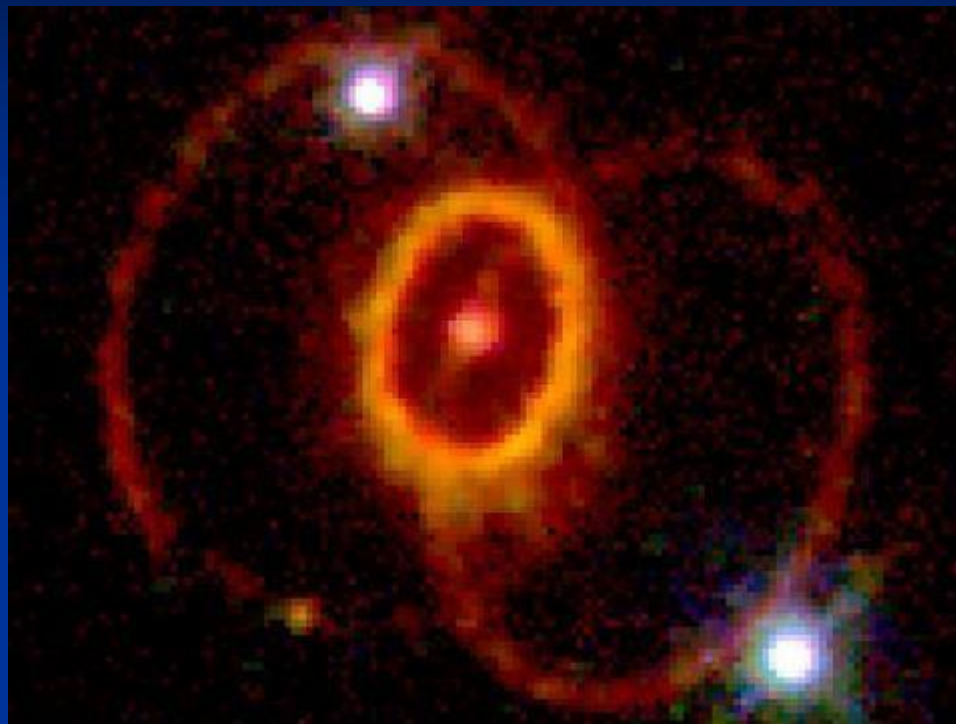


© Anglo-Australian Observatory

Сврѣхновата 1987А е наблюдавана през 1987 г. в Големия магеланов облак. Облака е на 168 000 л.у. Светлината се нуждае от 168 години, за да достигне Земята.



Свръхновата 1987А 10 години по-късно



Материалът, изхвърлен след експлозията, се отдалечава с висока скорост от звездата.

Тази снимка на SN 1987А е направена от космическия телескоп Хъбъл през 1997 г.





Примери за свръхнови в далечна галактика. Средно във всяка галактика се образува по една свръхнова на век.

В Млечния път не са открити свръхнови през последните 400 години.



Деятност 5: Симулация на експлозия на свръхнова

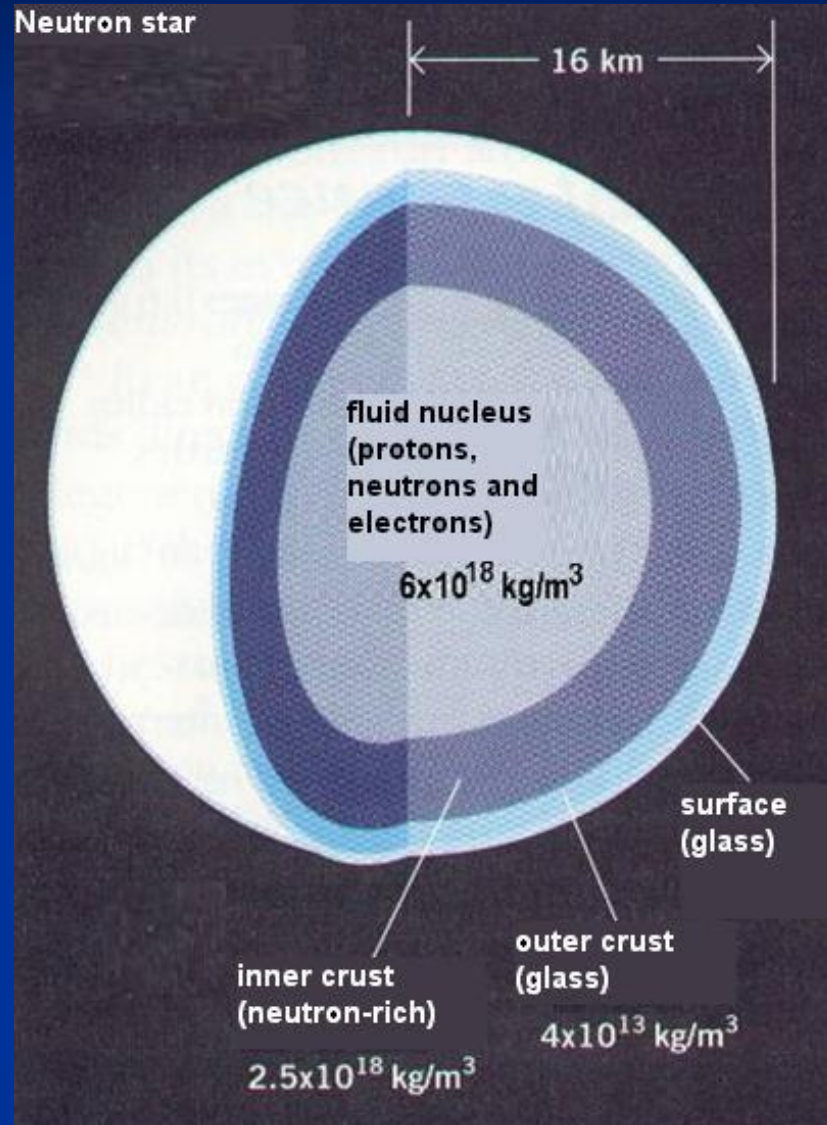
Когато една звезда избухне като свръхнова, леките атоми на външните слоеве попадат във вътрешните по-тежки атоми. След това те отскачат от твърдото ядро.

В този модел подът представлява твърдото ядро на неутронна звезда. Баскетболната топка би била тежък подскачащ атом, който избутва лекия атом, който идва отгоре, представен от топката за тенис.

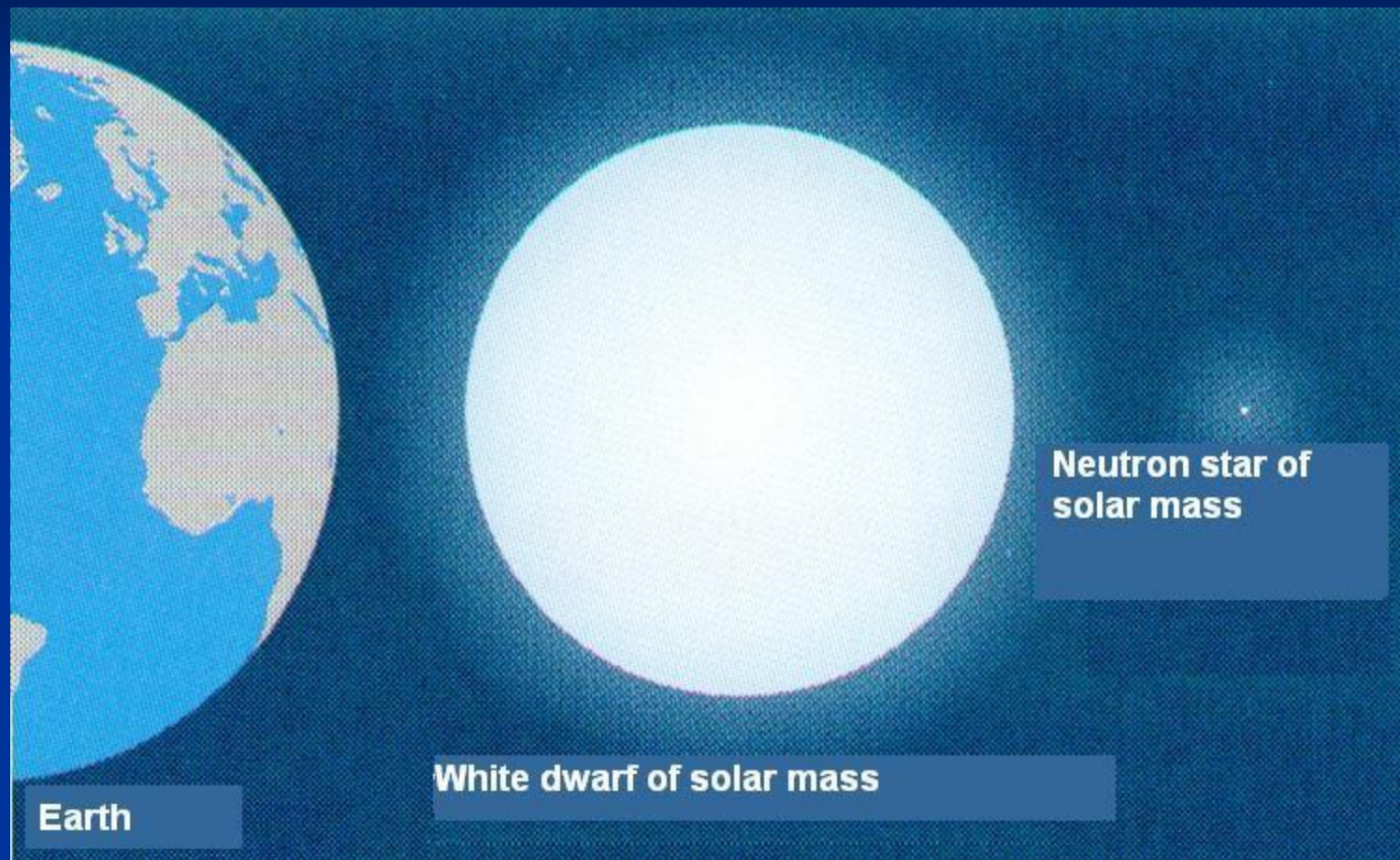


Неутронна звезда

Друга форма на звездна смърт са неутронните звезди или пулсарите



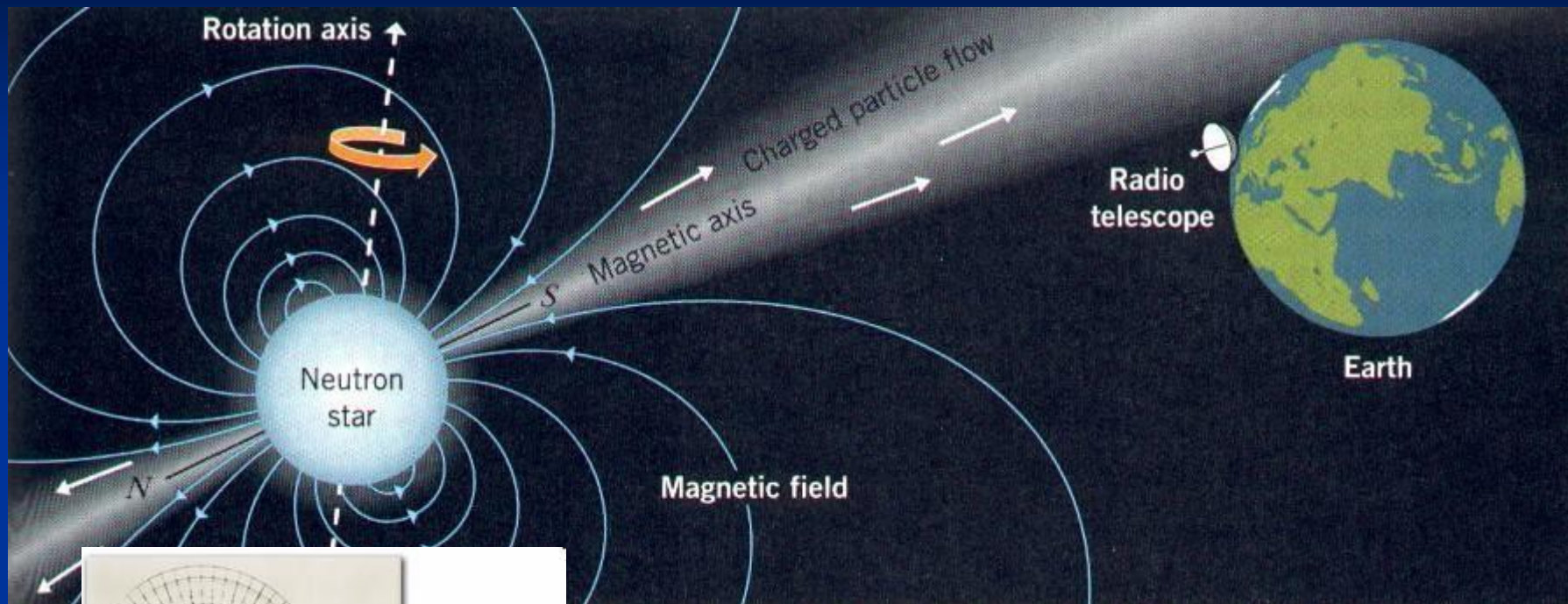
Неутронна звезда



Сравнение на размерите



Пулсари



Как излъчваната от пулсар радиация се вижда от Земята.

Джоселин Бел Бърнел, откривателят на пулсарите през 1967 г.



Дейност 6: Симулация на пулсар

Пулсарът е неутронна звезда, много масивна и въртяща се бързо. Той излъчва радиация, но източникът не е напълно подравнен с оста на въртене, така че излъчването се върти като фар.

Ако лъчът е ориентиран към Земята, виждаме променлива радиация, която се повтаря няколко пъти в секунда.



3-та форма на звездна смърт: черни дупки

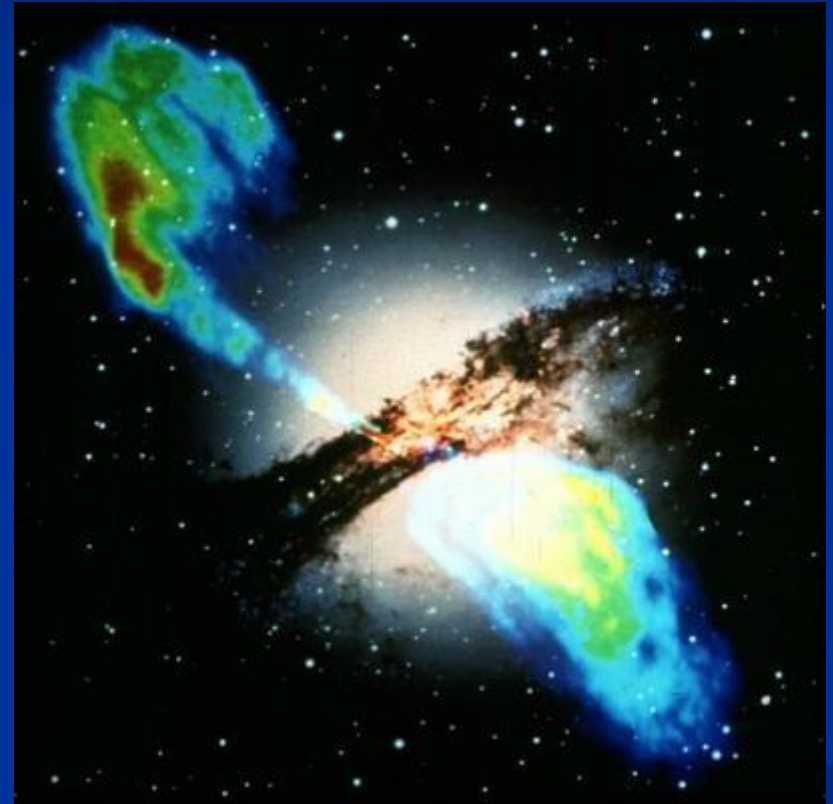
Джон Мичъл и Симон Лаплас предложили възможността за гравитационен колапс на свръхмасивни обекти в края на живота им.



Те наименоват тези обекти черни дупки, тъй като са невидими в оптичния диапазон, тъй като тяхната гравитационна сила е толкова голяма, че нищо не може да избяга от тях, дори светлината.



Звездна еволюция: Черни дупки



В центровете на галактиките има
свръхмасивни черни дупки



Деятност 7: Симулация на кривината на пространството и на черна дупка

Възможно е да се симулира кривината на пространството, създадено от черна дупка, като се използва парче еластична тъкан (ликра) и балон с вода.

Пътят на топката за тенис не е по права линия, а по крива.



Дейност 7: Симулация на кривината на пространството и на черна дупка

Може да се използва и еластична мрежа, която се продава в аптеките.

Ако разхлабим еластичната мрежа, кладенецът е по-голям и симулира черна дупка.



**Благодаря за
вниманието !**