

Жұлдыздардың өмірі

Александре Кошта, Беатрис Гарсия,
Рикардо Морено, Роса М. Рос

Халықаралық астрономиялық одақ
Лоле орта мектебі, Португалия

ITeDA және Ұлттық технологиялық университеті, Аргентина

Ретамар колледжі, Мадрид, Испания

Каталония техникалық университеті, Испания



Мақсаттар

- Жұлдыздың көрінерлік және абсолюттік жұлдыздық шамасының айырмашылығын түсіну.
- Герцшпрунг — Рассел диаграммасын түсіну — бұл түс пен жарықтылық диаграммасы.
- Сверхнова, нейтрон жұлдызы, Қара құрдым және пульсар сияқты ұғымдарды түсіну.

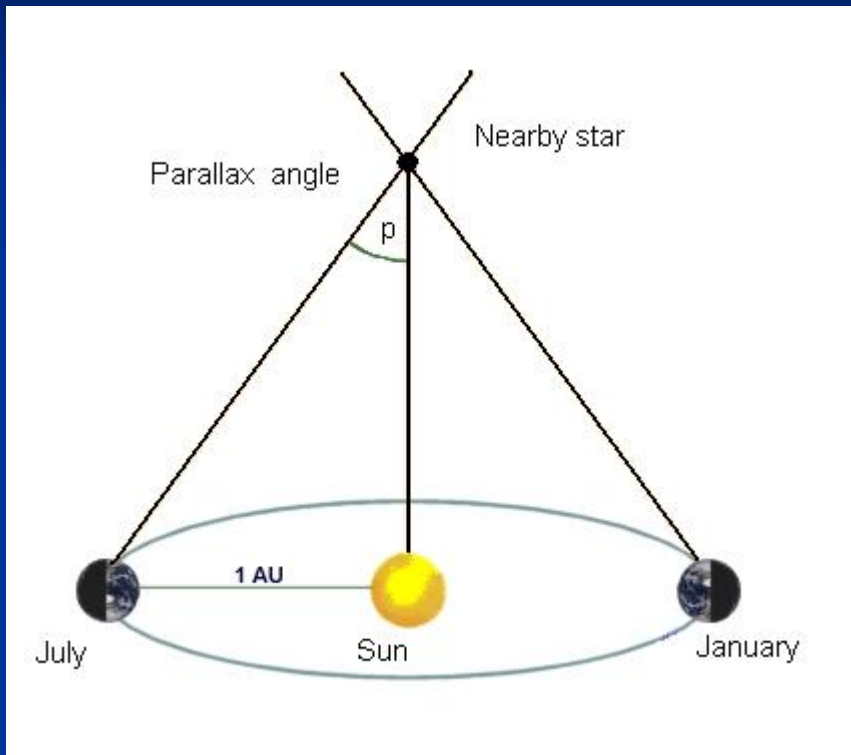


1-тапсырма: Параллакс құбылысын модельдеу



- Бас бармағыңызды жоғары қаратып, қолыңызды алға созыңыз.
- Алдымен тек сол көзіңізбен қарап, кейін тек оң көзіңізбен қарап көріңіз. Не байқадыңыз?
- Енді саусағыңызды мұрныңызға дейінгі жарты жолға дейін жақындатып, бақылауды қайталаңыз. Не көрдіңіз?

Параллакс

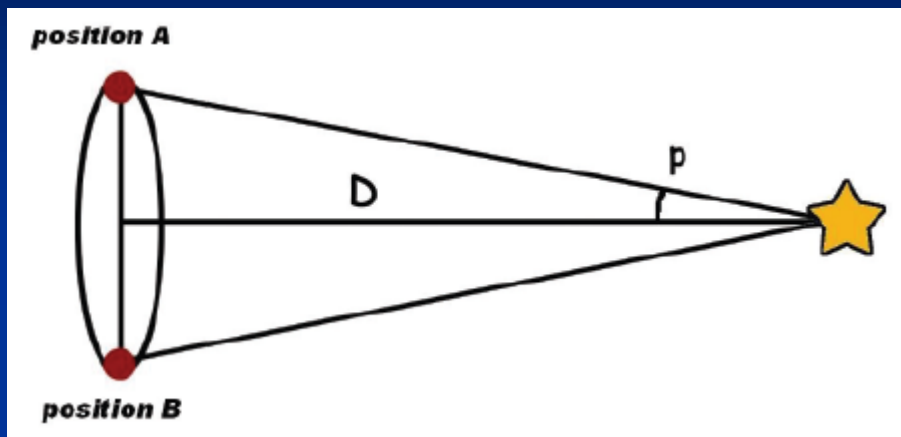


Source: Columbia University.

- Параллакс — нысанның әртүрлі орындардан қарағанда орын ауыстырғандай болып көрінуі.
- Жерден қазір және алты айдан кейін қарағанда, жақын жұлдыздың аспандағы орны өзгергендей көрінеді.
- Сол арқылы біз Жерге жақын жұлдыздардың қашықтығын өлшей аламыз.



Параллакс



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

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

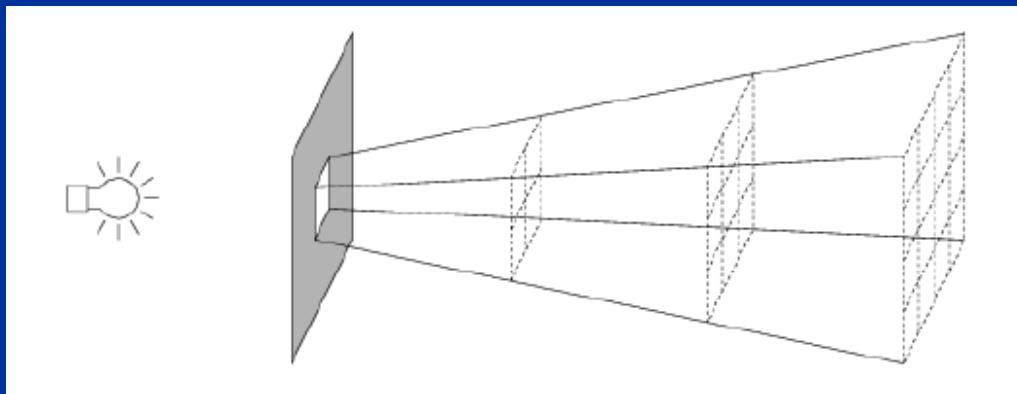
1 парсек = 3,26 жарық жылы

$$d = 1/p$$



2-тапсырма: Кері квадраттар заңы

Жұлдыз барлық бағытта сәуле шығарады.
Қашықтығы D болатын нүктеде бірлік бетке түсетін жарық қарқындылығы (I) — жұлдыздың жарықтылығы (L , қуаты) жұлдыз ортасында орналасқан сфераның ауданына бөлінгенге тең.



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

2-тапсырма: Кері квадраттар заңы

Қашықтық екі есе артқанда,
сәйкес бет ауданы төрт есе
көбейеді, ал жарық
қарқындылығы (бірлік ауданға
түсетін жарық) төрт есе
азаяды.

Жарық қарқындылығы —
жарық көзінен
арақашықтықтың квадратына
кері пропорционал.



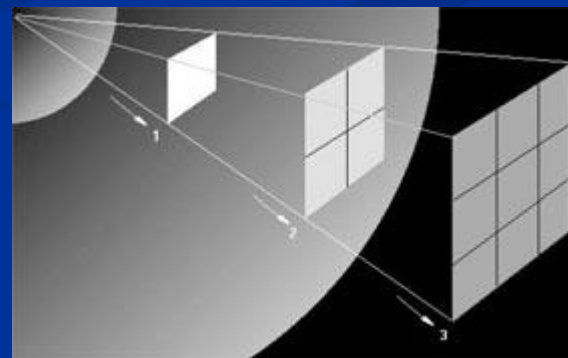
Жұлдыздық шамалар жүйесі

Жұлдыздар әртүрлі жарықтықпен көрінеді. Сіз көріп тұрған ең жарық жұлдыз — жарықтылығы аз, бірақ жақын орналасқан жұлдыз болуы мүмкін немесе жарықтылығы жоғары, бірақ алыста орналасқан жұлдыз болуы мүмкін.

Жарықтылық мына түрде анықталады:

Жарықтылық = Жарықтылығы / (4π × қашықтық²)

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



Жұлдыздық шамалар жүйесі

Гиппарх біздің дәуірімізге дейінгі 190 жылы Никеяда (қазіргі Түркиядағы Ызнық қаласы) дүниеге келген.

Ол біздің дәуірімізге дейінгі 120 жылы Грекиядағы Родос аралында қайтыс болған деп есептеледі.

Біздің дәуірімізге дейінгі шамамен 125 жылы ол жұлдыздық шамалар жүйесін енгізді.



Жұлдыздық шамалар жүйесі

Гиппарх ең жарық жұлдыздарды **1-ші шамадағы**, аздап күңгірттерін **2-ші шамадағы** деп атаған, және бұл жүйе **ең көмескі 6-ші шамадағы** жұлдыздарға дейін жалғасқан.

Бұл жүйе аздаған өзгерістермен қазіргі күнге дейін қолданылады: **шама саны неғұрлым үлкен болса, жұлдыз соғұрлым көмескі** болады.

Астрономдар **жұлдыздың жарықтығы** туралы айтқанда **жұлдыздық шаманы** қолданады.



Жұлдыздық шамалар жүйесі

1850 жылы Роберт Погсон **5 жұлдыздық шаманың** айырмашылығы **жарықтықтың 100 есе айырмашылығына** сәйкес болуы керек деп ұсынды.

Бұл астрономдар бүгінгі күнге дейін қолданатын **жұлдыздық шама шкаласының** ресми анықтамасы болды.



Погсон заңы

Есептеулер тұрғысынан бұл байланысты жазу үшін **логарифмдік шкаланы** қолдану ыңғайлы:

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

Мысалы:

- Аспандағы ең жарық жұлдыз — Сириус, оның жұлдыздық шамасы **−1.5**
- Шолпан (Венера) планетасының жұлдыздық шамасы **−4**
- Айдың жұлдыздық шамасы **−13**
- Күннің жұлдыздық шамасы **−26.8**



Көрінетін және абсолюттік жұлдыздық шама

Өте қуатты, бірақ алыста орналасқан жұлдыз бен әлсіздеу, бірақ жақын жұлдыздың **көрінетін жұлдыздық шамасы (m)** бірдей болуы мүмкін.

Астрономдар жұлдызды **10 парсек (яғни 32.6 жарық жылы)** қашықтықта тұрған деп елестететін **абсолюттік жұлдыздық шама (M)** ұғымын енгізді.

Абсолюттік шама арқылы біз екі жұлдыздың “**нақты жарықтылығын**” немесе **қуатын (жарықтылығын)** салыстыра аламыз.

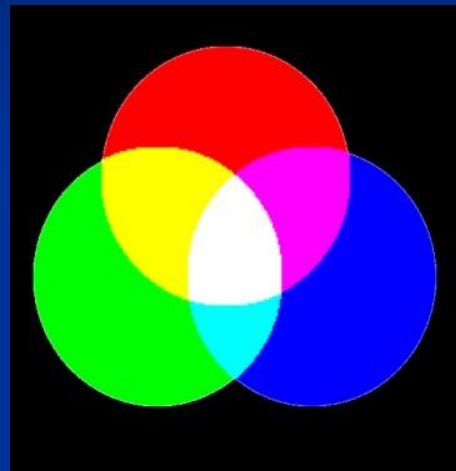
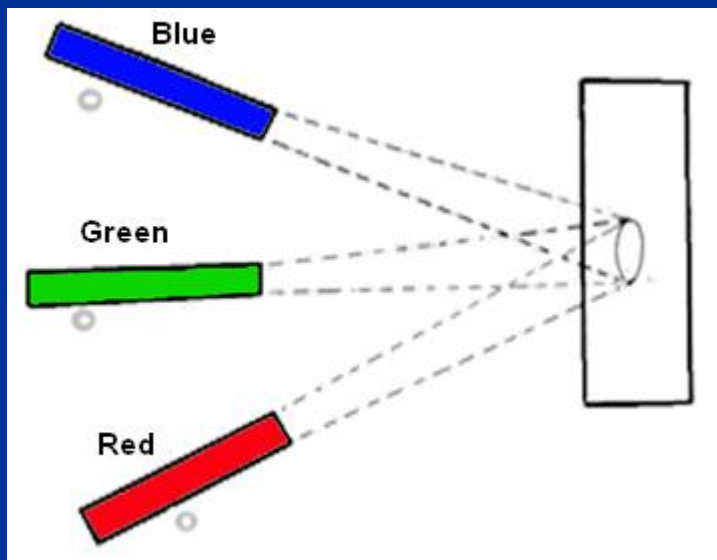
m мен **M** арасындағы математикалық байланыс мына формуламен өрнектеледі:

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

мұндағы **d** — жұлдыздың нақты қашықтығы (парсекпен өлшенеді).

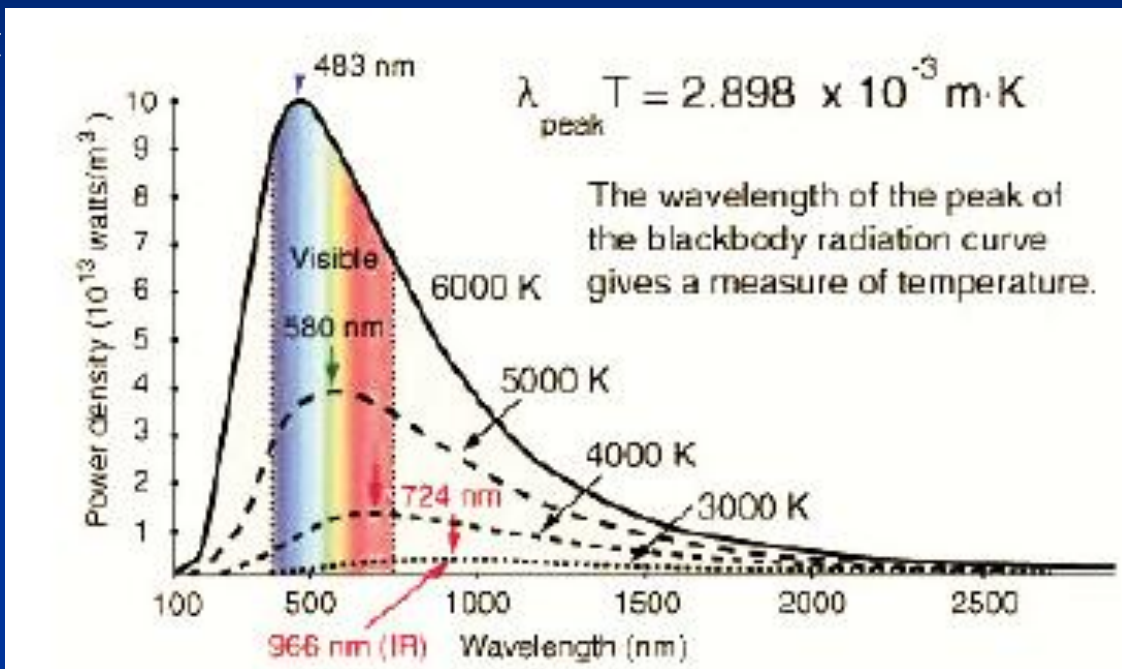
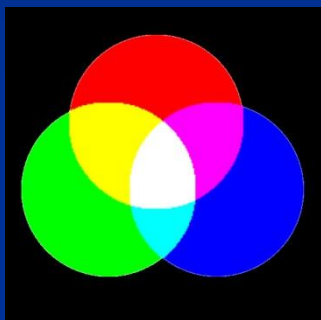


3-тапсырма: Жұлдыздардың түстері



3-тапсырма: Жұлдыздардың түстері

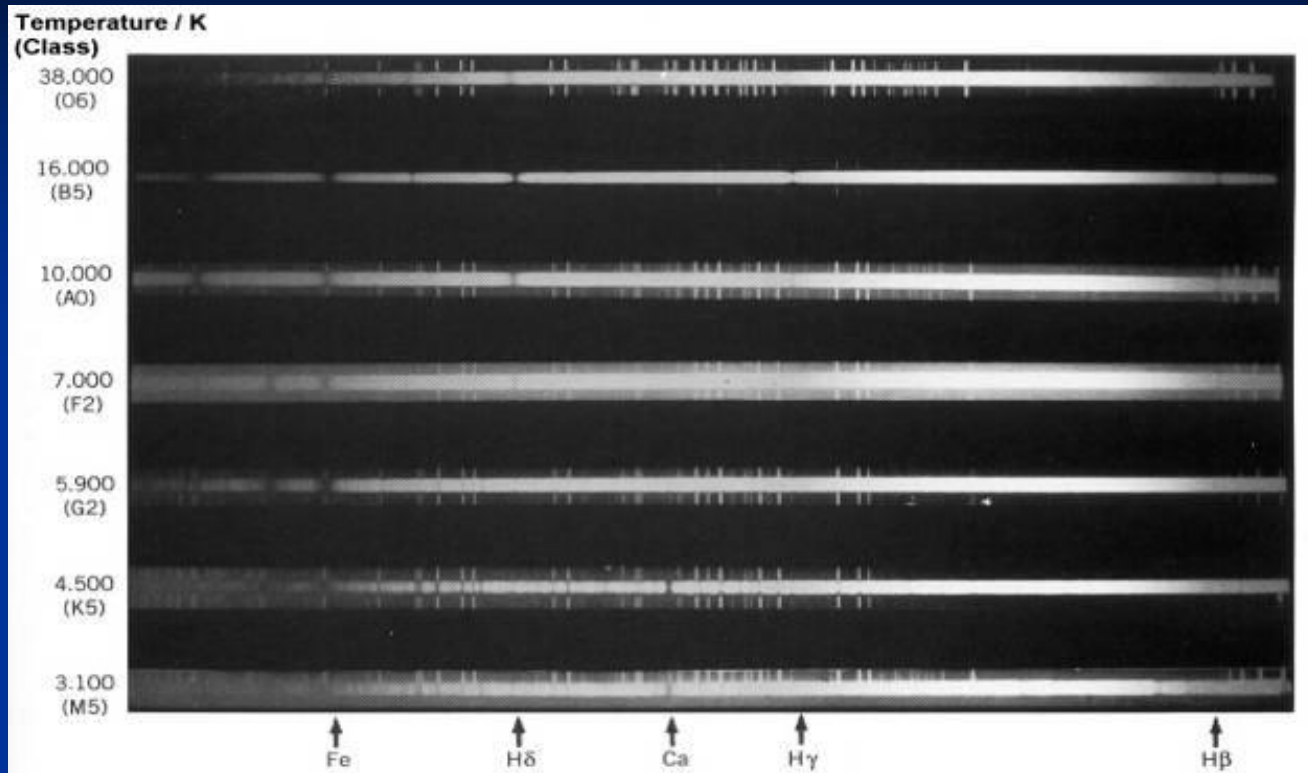
Жұлдыздардың түсі олардың температурасына байланысты әртүрлі болады



Орташа температурадағы жұлдыздар жасыл жарықта ең көп сәуле шығарады, бірақ олар сондай-ақ қызыл және көк жарықты да көп мөлшерде шығарады.

Нәтижесінде көрінетін толқын ұзындықтарының орташа жиынтығы пайда болады, және бүкіл спектр түстерінің қосындысы **ақ түсті** береді. Сондықтан **жасыл жұлдыздар болмайды!**

Спектрлік кластары



Жұлдыздардың спектрлік жіктелуі, температурасы және түсі арасындағы байланыс

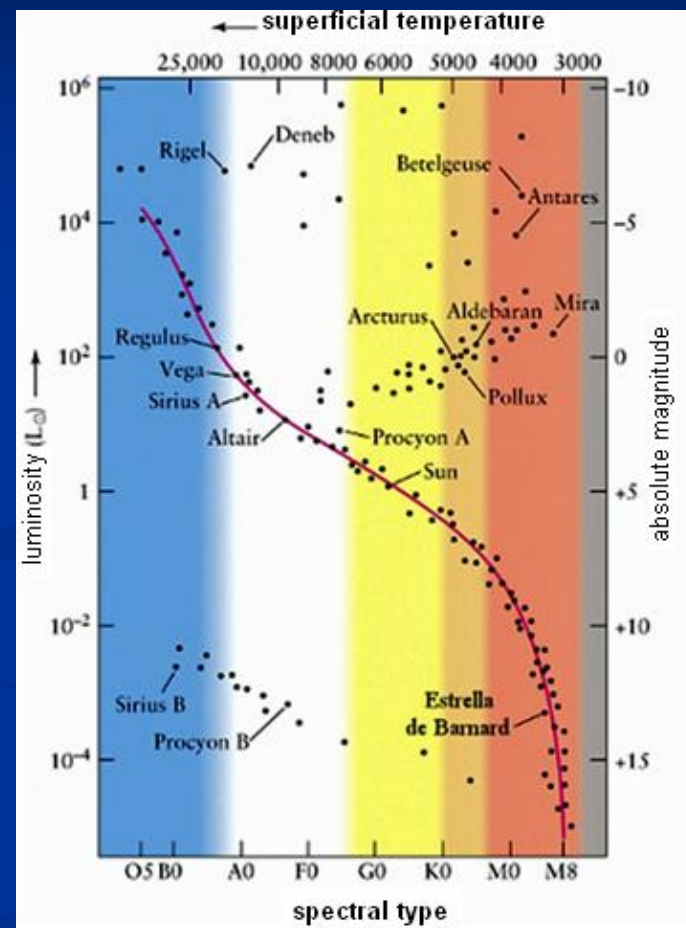


Герцшпрунг — Рассел диаграммасы

Жұлдыздарды беткі температурасы (немесе спектрлік түрі) мен жарықтығына (немесе абсолюттік жұлдыздық шамасына) байланысты тәжірибелік диаграммада көрсетуге болады.

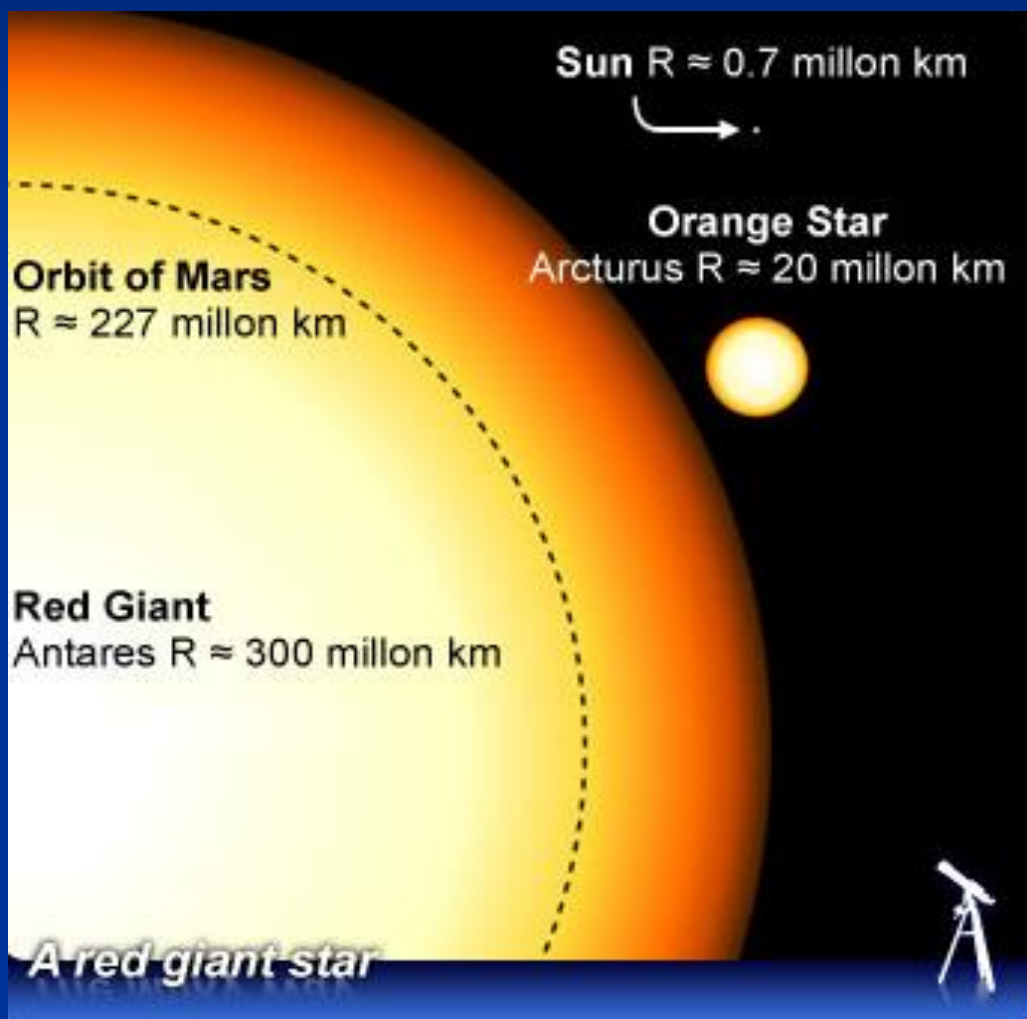
Жалпы алғанда, жұлдыздар бұл диаграмманың белгілі аймақтарында орналасады.

Жұлдыздың диаграммадағы орны оның түрін және эволюциялық кезеңін анықтауға көмектеседі.



Жұлдыздың эволюциясы

Қызыл алып жұлдыздың қалыптасуы



Жұлдыздар
массасына
байланысты
әртүрлі жолмен
дамиды.



Жұлдыздың эволюциясы

Ақ ергежейлі жұлдыздың қалыптасуы



Массасы аз немесе орташа жұлдыз (мысалы, Күн) уақыт өте келе **ақ ергежейліге** айналады.

Бұл — жұлдыздың апатты емес түрде аяқталуының бір түрі.



Геликс тұмандығы



Орталықтағы кішкентай әрі ақ түсті нысан — бұл ақ ергежейлі, яғни энергияны синтез арқылы өндірмейтін өлі жұлдыз.

Ол тек өте жоғары температурасының арқасында ғана көрінеді.



Мысық көзі тұмандығы



Мысық көзі тұмандығы — ең әдемі планетарлық тұмандықтардың бірі.

Бұл суретте оны **көрінетін жарықта** (сол жақта, Хаббл телескопы) және **рентген диапазонында** (оң жақта, Чандра телескопы) көре аласыз.

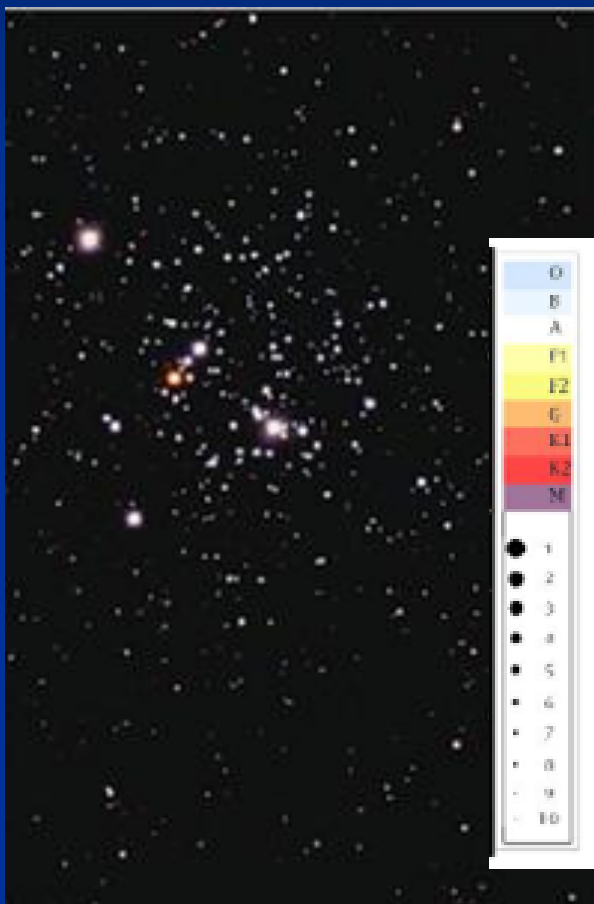


4-тапсырма: Ашық жұлдыз шоғырларының жасы

Жұлдыздық шоғырдың жасын анықтау үшін оның Герцшпрунг — Рассел диаграммасын жасы белгілі басқа шоғырлардың диаграммаларына салыстыруға болады.



4-тапсырма: Ашық жұлдыз шоғырларының жасы



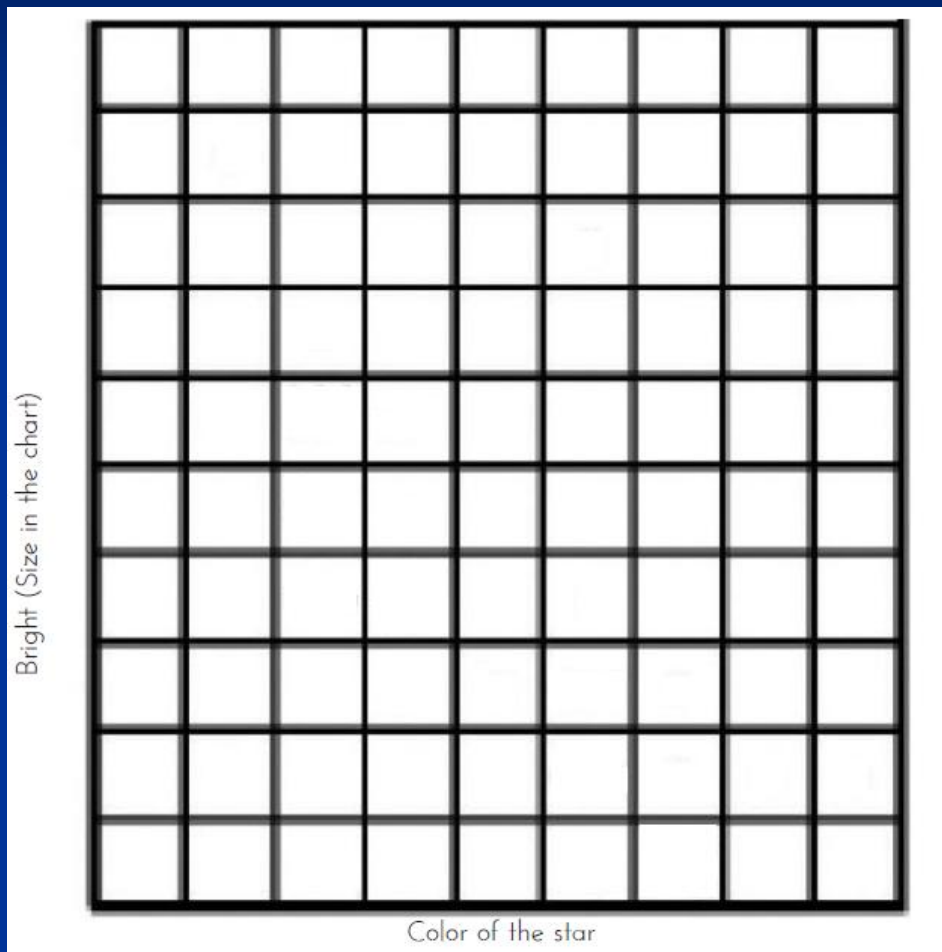
Kappa Crucis

- Шоғырдың ортасына ұзындығы 4 см болатын шаршы сызыңыз.
- Таңдалған жұлдыздың жарықтығын нұсқаулықтағы нүктелермен салыстыра отырып өлшеңіз.
- Жұлдыздың түсін салыстыру үшін түс нұсқаулығын пайдаланып бағалаңыз.



4-тапсырма: Ашық жұлдыз шоғырларының жасы

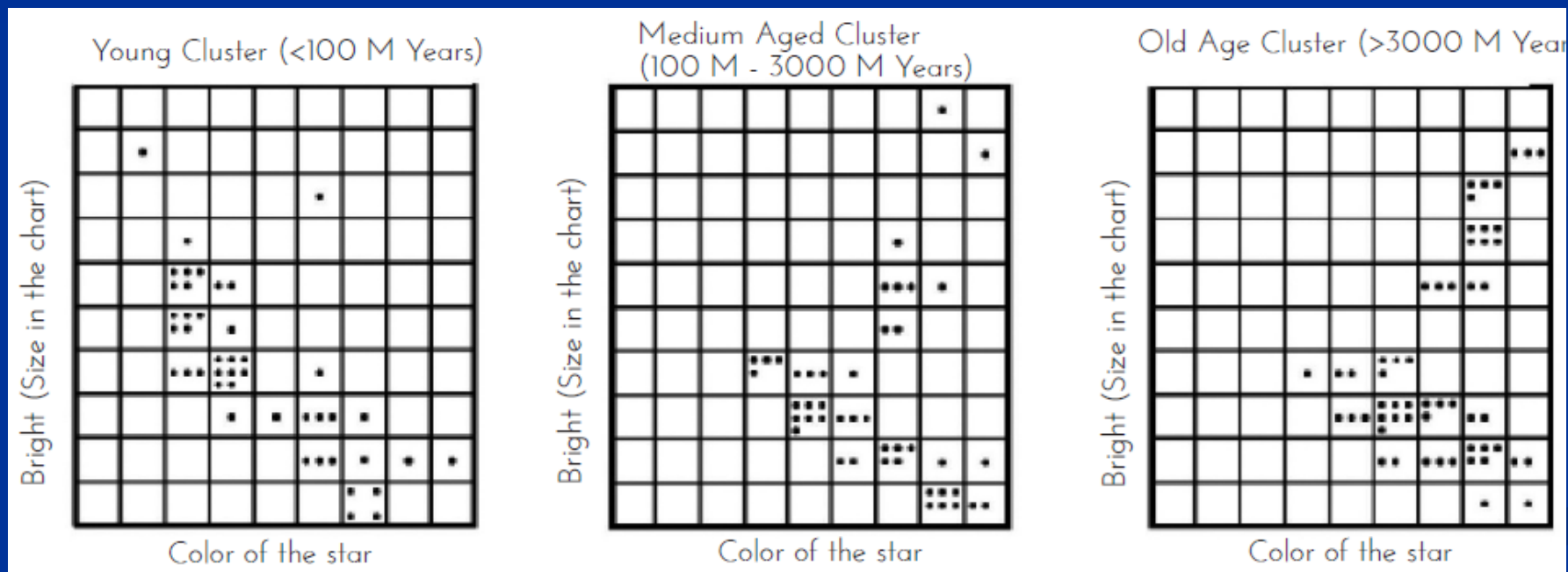
- Ол жұлдызды оң жақтағы тордан табыңыз.
- Басқа жұлдыздармен де қайталаңыз.



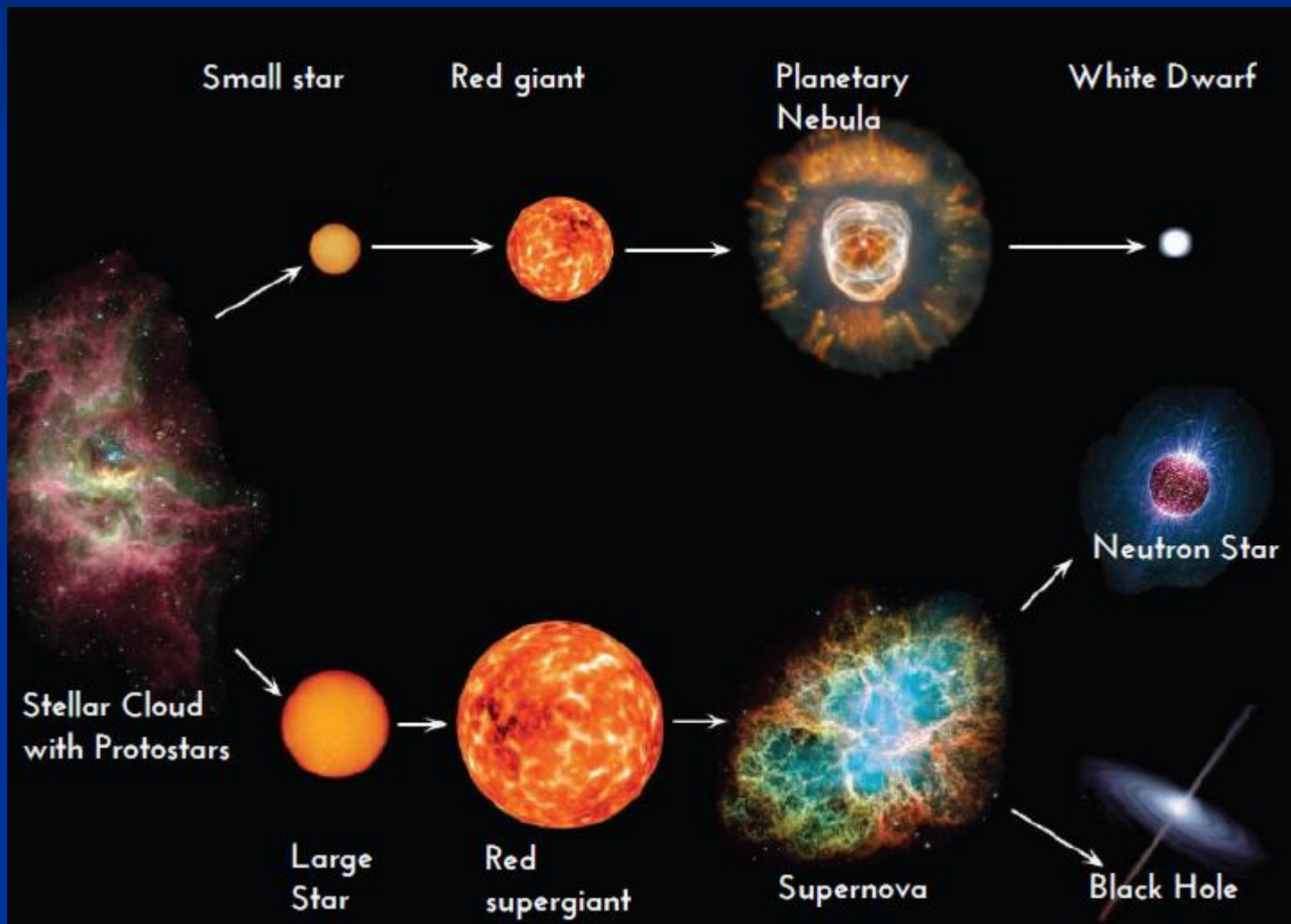
4-тапсырма: Ашық жұлдыз шоғырларының жасы

Өлшеген диаграммаңызды төмендегі диаграммалармен салыстырыңыз.

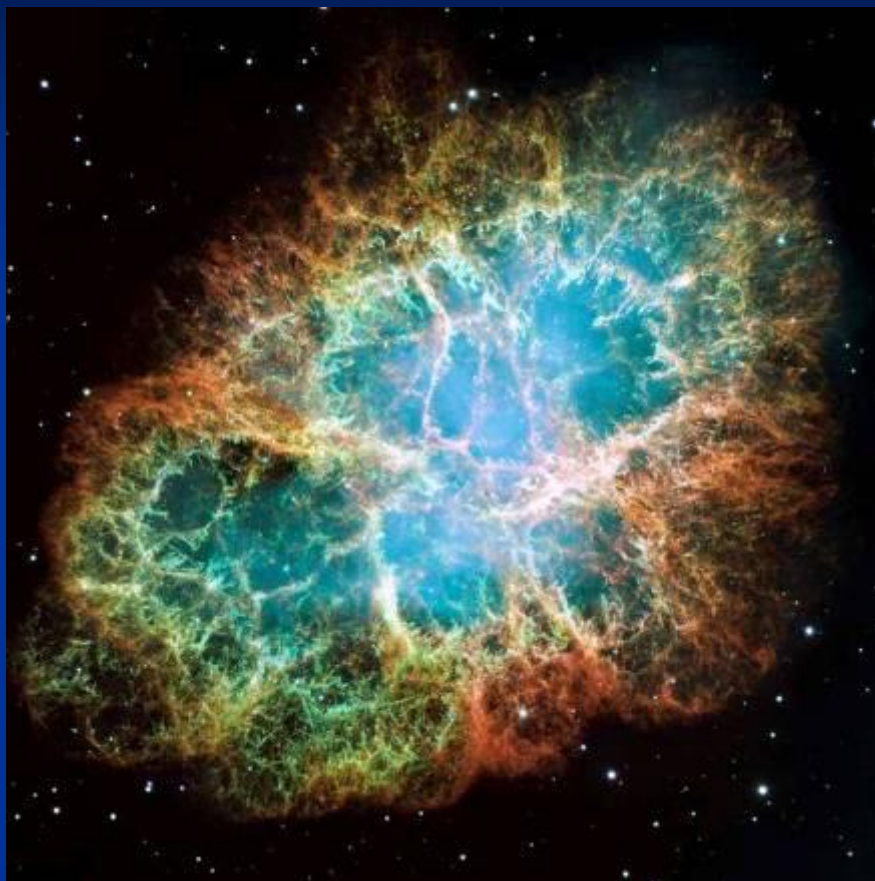
Сіздің шоғырдың жасы қаншада?



Жұлдыз массасы мен оның өлімі арасындағы байланыс



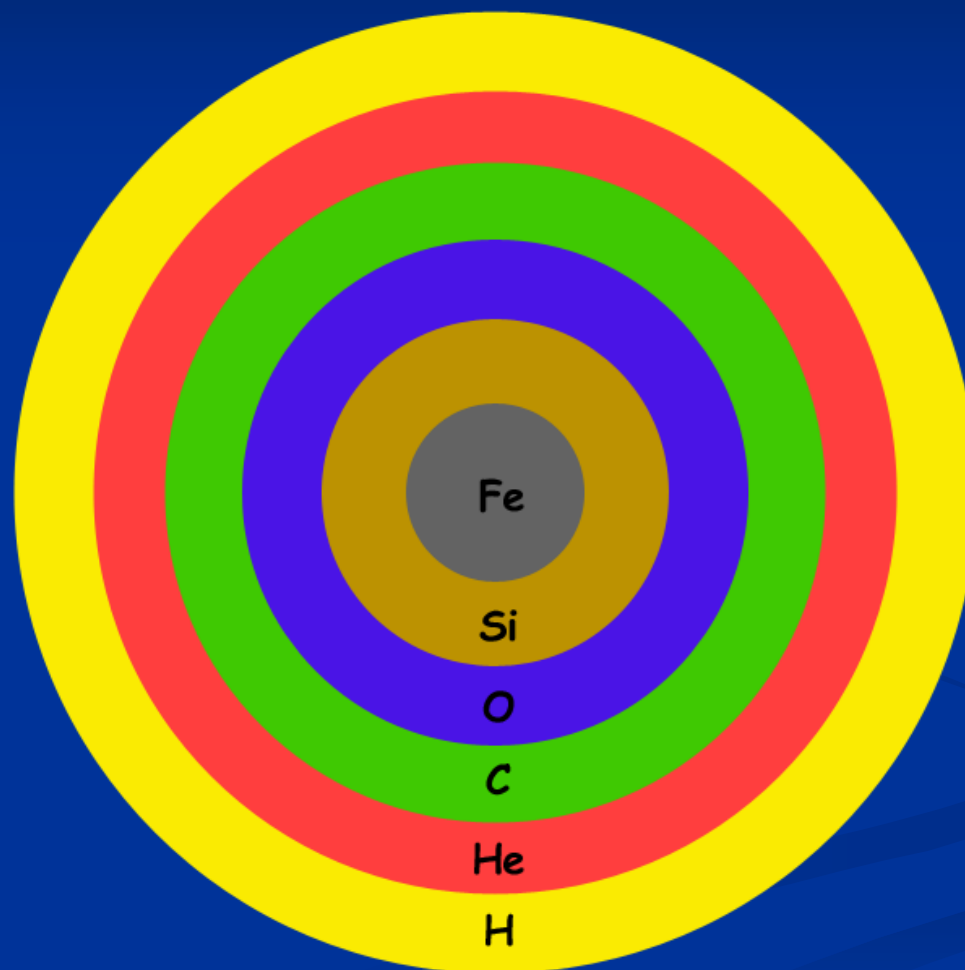
Массивті жұлдыздардың өлімі

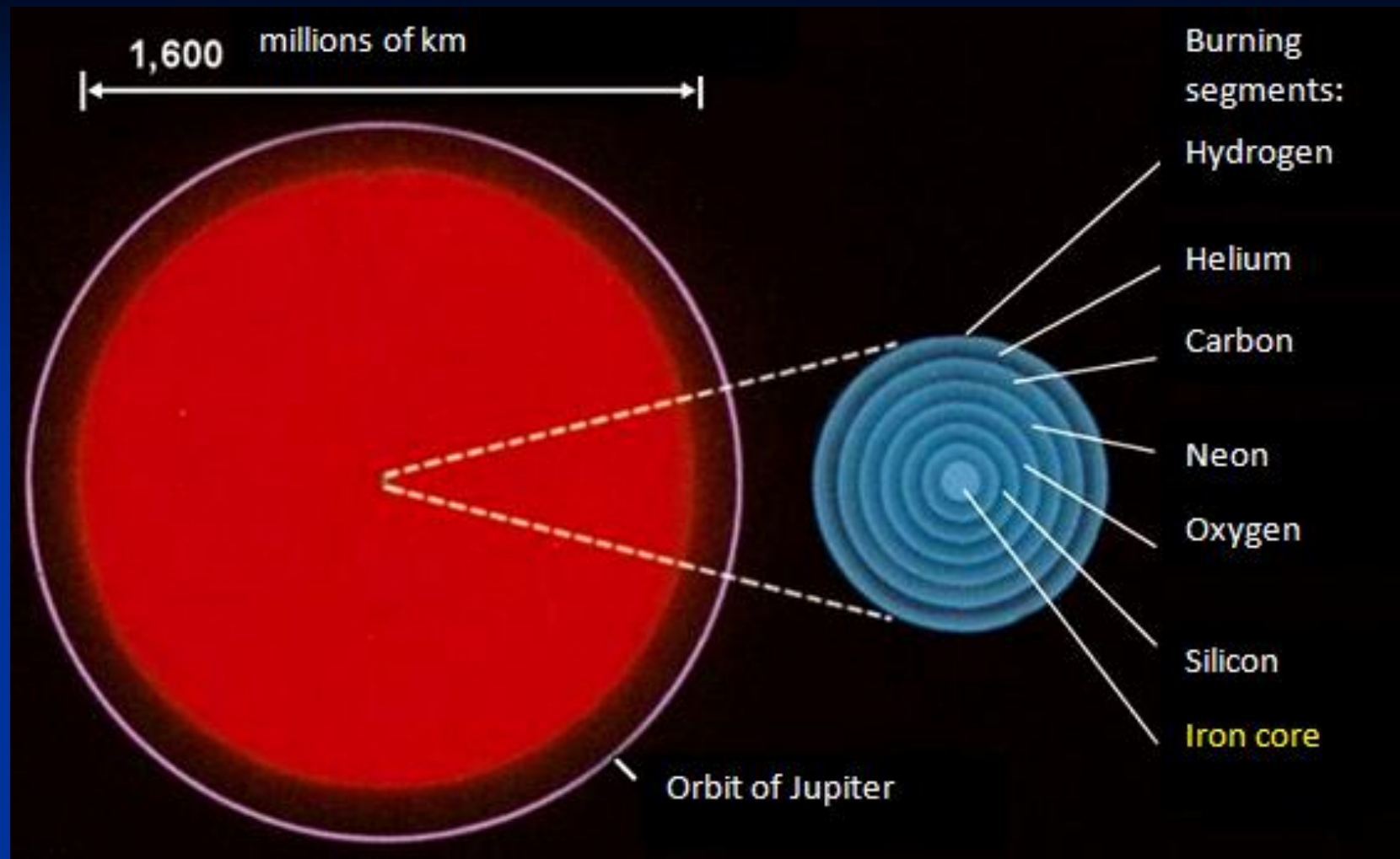


М1: Торпақ шоқжұлдызындағы Қарақұрт тұмандығы
— 1054 жылы байқалған аса жаңа жұлдыздың
Қалдығы.



Аса жаңа жұлдыз болып жарылуға дайын жұлдыз





Аса жаңа жұлдыз болып жарылуға
дайын жұлдыздың сипаттамалары



20 Күн массасына тең жұлдыздың өмірі:

-  **10 миллион жыл** бойы сутегіні гелийге айналдырады (негізгі тізбек)
-  **1 миллион жыл** бойы гелийді жағады (синтездейді)
-  **300 жыл** бойы көміртекті жағады (синтездейді)
-  **200 күн** бойы оттегіні жағады (синтездейді)
-  **2 күн** бойы кремнийді тұтынады — содан кейін аса жаңа жұлдыздың жарылысы жақын.



Supernova 1987A

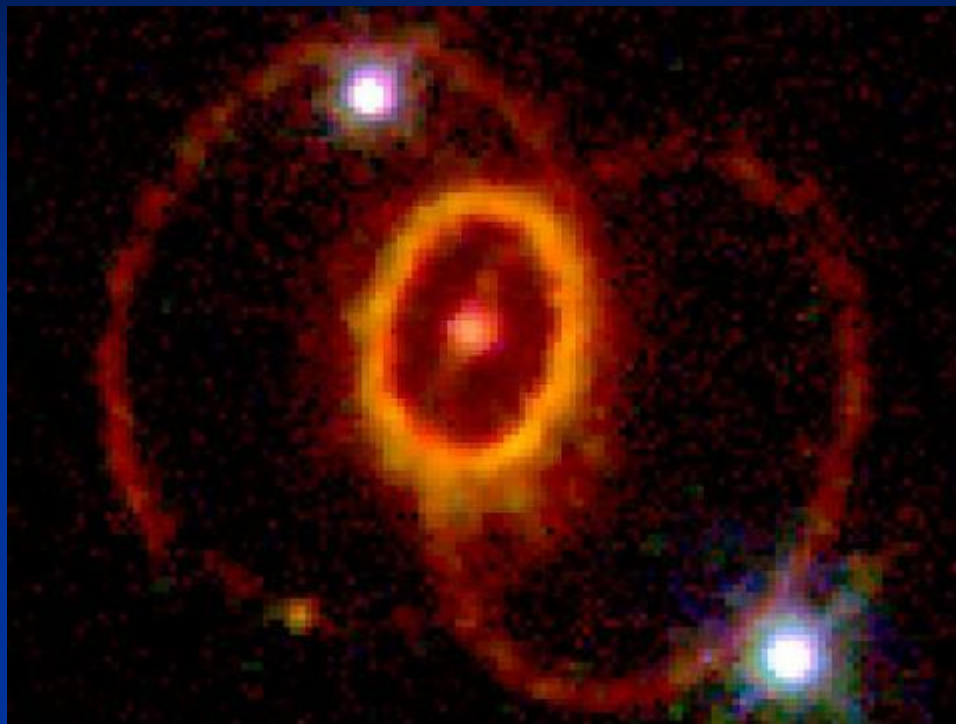


1987A аса жаңа жұлдызы 1987 жылы Үлкен Магеллан бұлтында байқалды.

**Бұлттың қашықтығы — 168,000 жарық жылы.
Жерге жету үшін жарыққа 168,000 жыл қажет болды.**



Supernova 1987A 10 years later



Жарылыстан кейін шашылған зат жұлдыздан үлкен жылдамдықпен алыстайды.

SN 1987A-ның бұл фотосуреті 1997 жылы Хаббл ғарыш телескобымен түсірілген.





Қашықтағы галактикадағы аса жаңа жұлдыздардың мысалдары.
Әр галактикада орта есеппен **жүз жылда бір рет** аса жаңа жұлдыз пайда болады.

Құс жолында соңғы **400 жылда** бірде-бір аса жаңа жұлдыз тіркелген жоқ.



5-тапсырма: Аса жаңа жұлдыздың жарылуын модельдеу

Жұлдыз аса жаңа болып жарылғанда, сыртқы қабаттағы жеңіл атомдар ішкі ауыр атомдарға құлайды.

Содан кейін олар қатты ядродан кері серпіліп шығады.



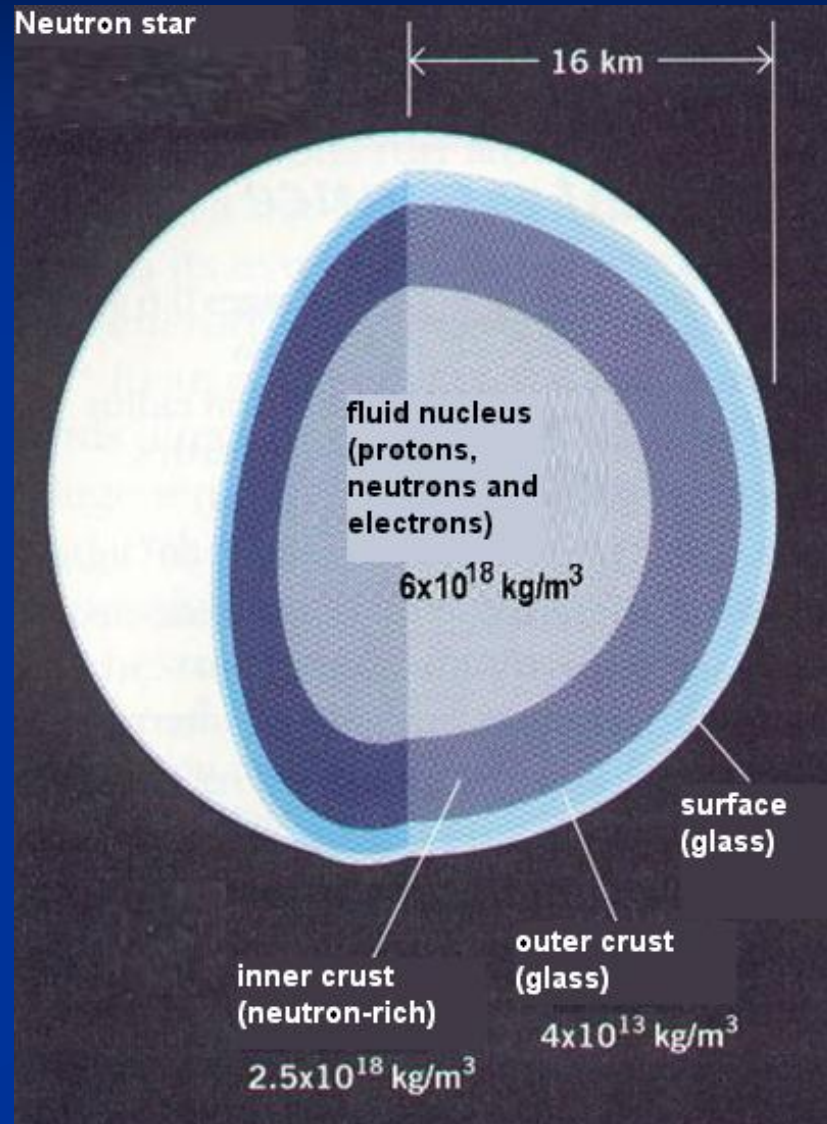
Бұл модельде еден — нейтрон жұлдызының қатты ядросын бейнелейді.

Баскетбол добы — ауыр атом, ол серпіліп, жоғарыдан түсіп келе жатқан жеңіл атомды (теннис добымен бейнеленген) итереді.

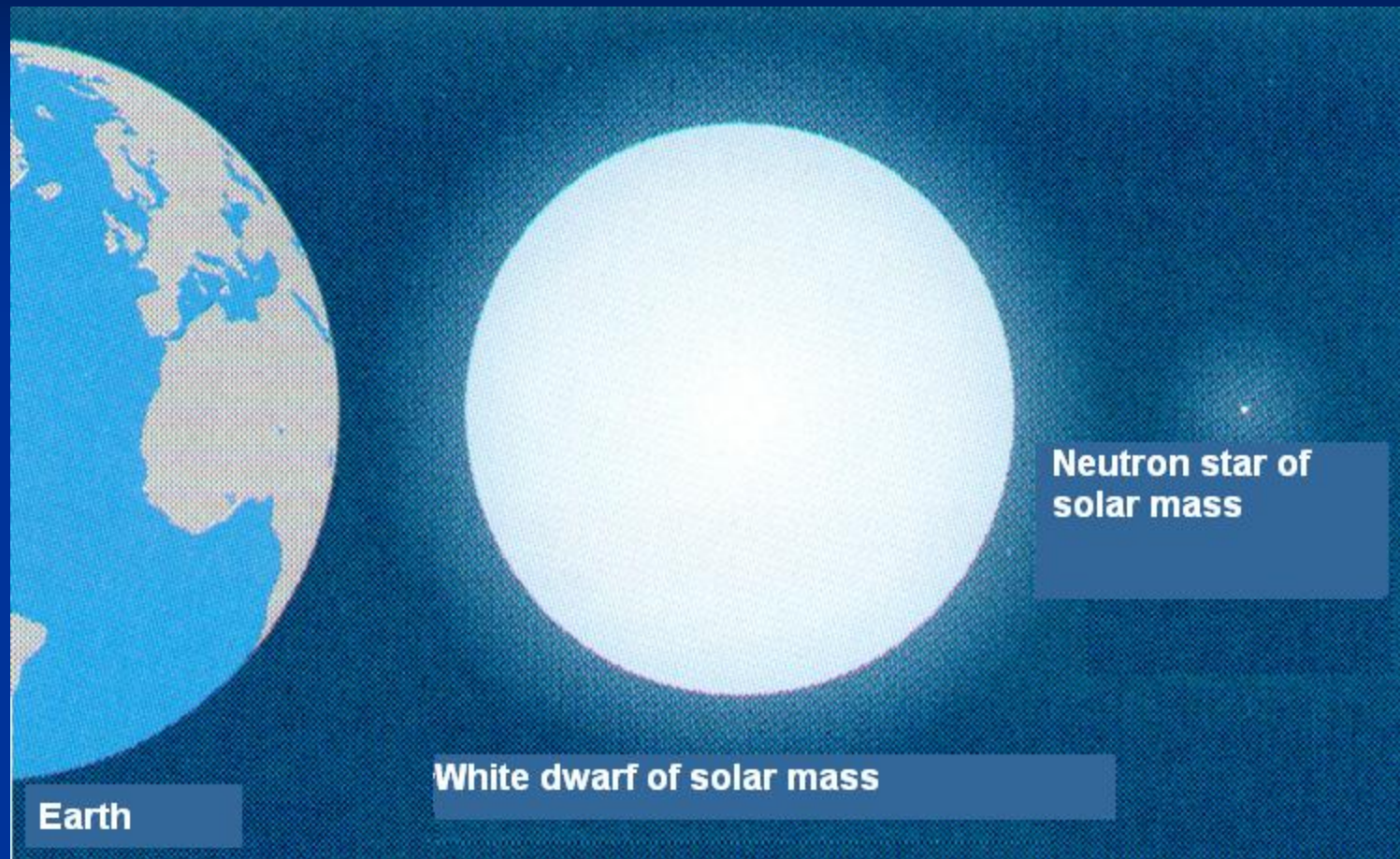


Нейтрон жұлдыздары

Жұлдыздың
өлуінің тағы бір
түрі — **нейтрон
жұлдыздары**
немесе
пульсарлар.



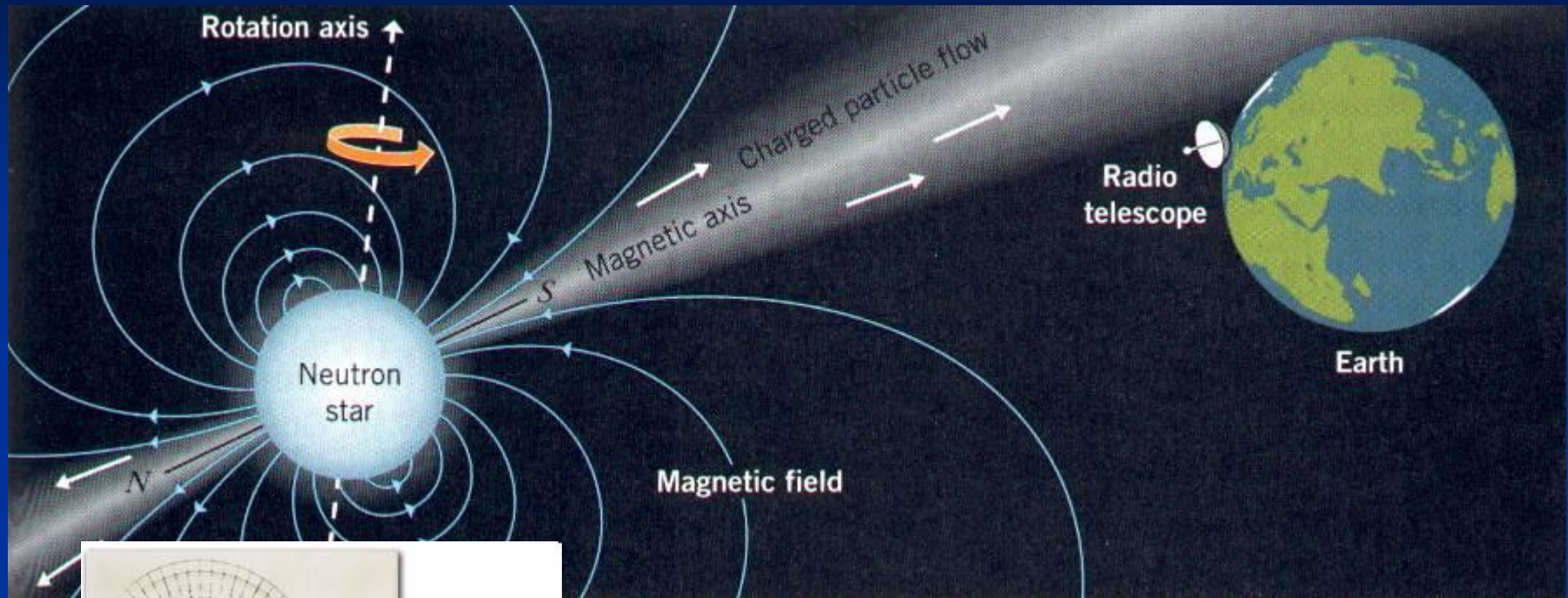
Нейтрон жұлдыздары



Өлшемдерін салыстыру



Пульсар



Пульсар шығаратын сәуле Жерден қалай көрінеді.

Джоселин Белл Бернелл — 1967 жылы пульсарларды ашқан ғалым



6-тапсырма: Пульсарды модельдеу

Пульсар — бұл өте массивті және тез айналатын нейтрон жұлдызы.

Ол сәуле шығарады, бірақ сәуле көзі айналу осімен толық сәйкес келмейді, сондықтан сәуле маяк сияқты айналады.

Егер сәуле Жерге бағытталса, біз бірнеше рет қайталанатын өзгермелі сәулені байқаймыз.



Mounting



Turning



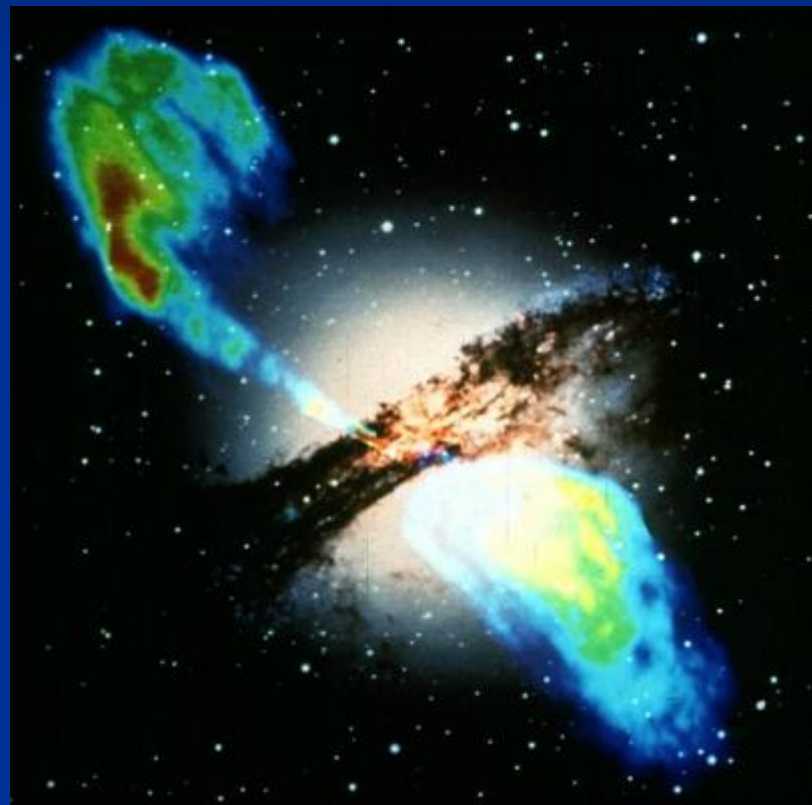
Жұлдыздың өлуінің үшінші түрі: Қара құрдымдар

Джон Митчелл мен Симон Лаплас өте массалы нысандардың өмірінің соңында гравитациялық құлауы мүмкін екенін ұсынды.

Олар бұл нысандарды қара құрдымдар деп атады, өйткені олар оптикалық диапазонда көрінбейді: олардың тартылыс күші соншалықты күшті, тіпті жарық та олардан шыға алмайды.



Жұлдыздың эволюциясы: Қара құрдымдар



Галактикалардың орталығында аса
массалы қара құрдымдар орналасқан.



7-тапсырма: Ғарыштың Қисаюы мен Қара Құрдымды модельдеу

Қара құрдым
туғызатын
Ғарыштың Қисаюын
эластик мата
(лайкра) мен су
толтырылған
шардың көмегімен
модельдеуге болады.



Теннис добының жолы түзу емес, қисық
болады.



7-тапсырма: Ғарыштың қисаюы мен Қара құрдымды модельдеу

Дәріханаларда
сатылатын эластик
торды да Қолдануға
болады.

Эластик торды
босатсақ, шұңқыр
үлкейеді және ол қара
құрдымды бейнелейді.



Thank you very much
for your attention!