

# Потеклото и еволуцијата на универзумот

*Julieta Fierro, Susana Deustua, Beatriz García*

*International Astronomical Union,  
Universidad Nacional Autónoma de México, México*

*Space Telescope Science Institute, USA*

*ITeDA and Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*



# Универзумот е сè:

Вселенски простор

Материја

Енергија

Времето



Тој е во постојана еволуција.

Секој објект во универзумот се менува, исто како и нашите идеи за нив.

Има помалку од еден век откако располагаме со доволно набљудувања за квантитативно и научно изучување на универзумот.



Во последните неколку децении располагаме со информации за универзумот и можеме научно да го проучуваме. Претходно постоеле само шпекулации.



Нашето интуитивно разбирање на универзумот не е Стандардниот модел на Големата експлозија (Big Bang).

Историски гледано, различни култури се обидувале да го објаснат универзумот. На пример, Вавилонците сметале дека Земјата е рамна, со одредени возвишенија, и дека е потпрена на слонови кои, пак, стојат врз желка опкружена со една змија. Земјотресите ги објаснувале со поместувањата на слоновите.



# Тестирање на моделот:

Сенката на слон и желка  
никогаш не личи на  
сенката на Земјата врз  
Месечината.



Само сферата секогаш фрла  
кружна сенка. Демонстрација  
на затемнување на Месечината:



# Напредок во науката

- Рефлексија
- Размислување за прашањата што ги имаме за природата
- Експериментирање
- Размислување за резултатите
- Споделување на новото знаење преку статии
- Кога другите мислители позитивно коментираат за нашите идеи, знаењето се зацврстува. Исто така, тоа се случува и кога учиме од нашите грешки.



# Стандарден модел на Големата експлозија

- Ова е наједноставниот модел и ги објаснува следните наблудувања:

- Експанзија;
- Космичко позадинско зрачење;
- Хемиски застапености;
- Изотропија.

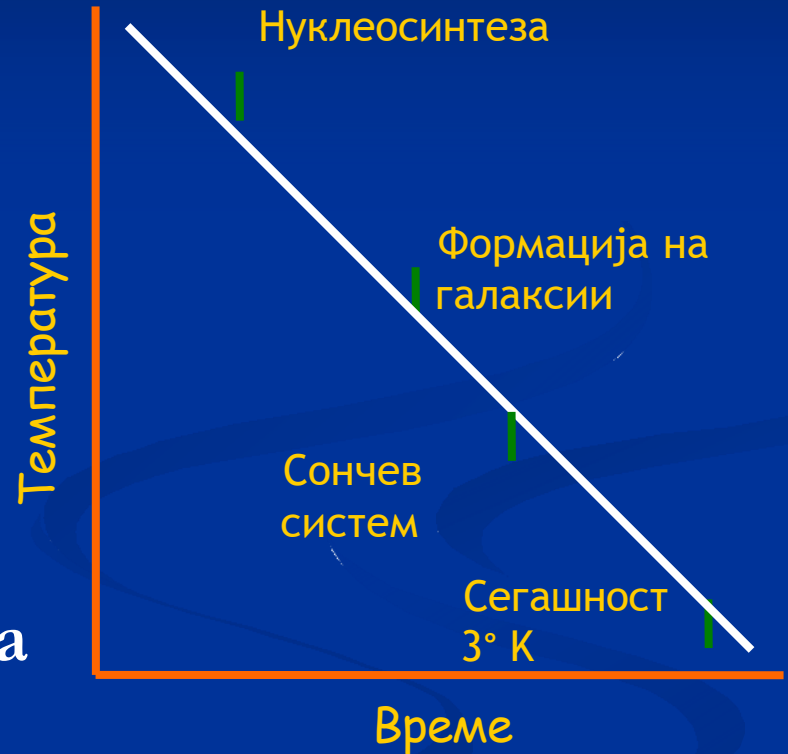
- Постојат и други модели.



- Науката не тврди дека ја поседува вистината - таа е недостижна.

# Проширување на универзумот

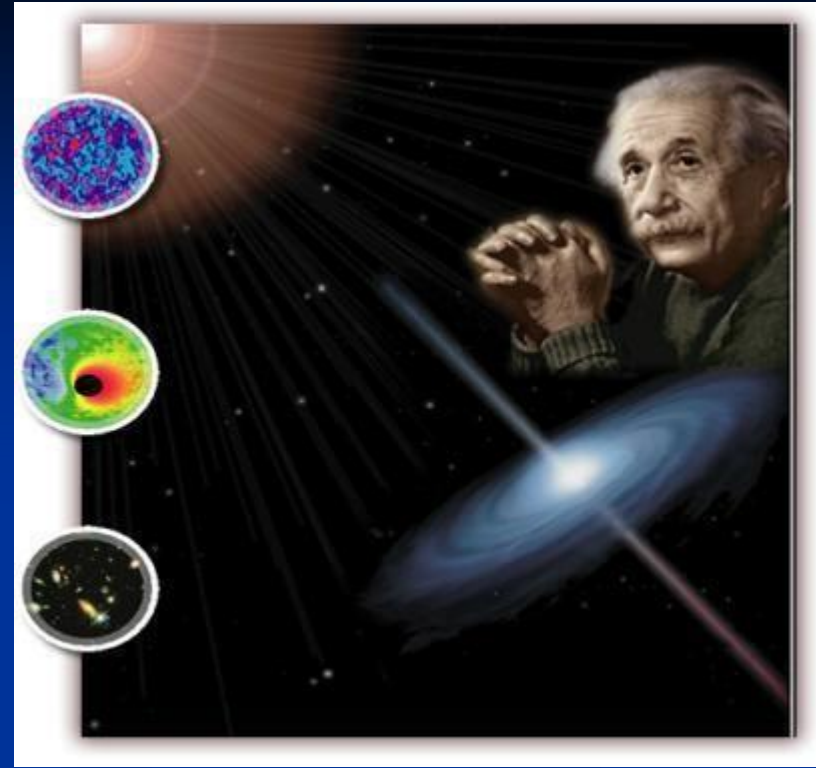
- Универзумот е формиран пред 14.000 милиони години.
- Сè започна кога енергијата беше ослободена од вакуумот.
- Таа се прошири и се олади во текот на процесот.
- Како резултат, оваа енергија се трансформираше во материја.



Физиката што се проучува на Земјата и се применува на остатокот од универзумот е астрофизика.

Алберт Ајнштајн откри дека енергијата може да се претвори во материја и обратно. На почетокот на универзумот, енергијата од вакуумот се претвори во материја.

Внатре во ѕвездите енергијата се претвора во материја, па затоа тие светат.



Еквивалентност меѓу материјата и енергијата:

$$E = mc^2$$

кваркови, лептони  
 $p^+$   $n$   $e^-$



На почетокот целата материја беше  
јонизирана

Подоцна се рекомбинираше за  
да формира неутрални атоми.

Атомите формираа  
облаци, а внатре се  
формираа првите  
галаксии со првите  
свезди.



Подоцна се формираа карпестите планети  
(како Земјата) и се појави првиот живот.



# Хемиска еволуција

Протоните, неутроните и електроните се формираа во првата минута од универзумот. Тие ги формираа наједноставните атоми, H и He.

$$E = mc^2$$

H - формиран од протон  $p^+$

4 H - се трансформира во He +  $2\nu$  +  $2e^+$  +  $2\gamma$

- Останатите елементи се формираа во ѕвездите преку термонуклеарни реакции.
- Најтешките атоми, како што е ураниумот, се создаваат кога ѕвездите експлодираат и исфрлаат честички кои се судираат, при што се формираат нови елементи.
- Поминаа илјадници милиони години по Големата експлозија, кога преку ѕвздената еволуција се формираа елементи различни од водород и хелиум.



# Физика и космологија

Можеме да ја објасниме материјата од секојдневниот живот со кваркови, кои се составни делови на протоните и неутроните, и со лептони (еден од најпознатите е електронот) и нивните интеркации, како што е електромагнетизмот.

| Фамилија |          |          | Интеракција           |
|----------|----------|----------|-----------------------|
| Лептон   | Електрон | Неутрино | Електромагнетна сила  |
| Кварк    | Горе     | Долу     | Јака сила             |
| Барион   | Протон   | Неутрон  | Слаба сила, Јака сила |

Оваа едноставност на моделот помага да се разбере каков бил раниот универзум, каде што енергијата се претворала во материја, а материјата енергија.



# Преку набљудувањата учиме за:

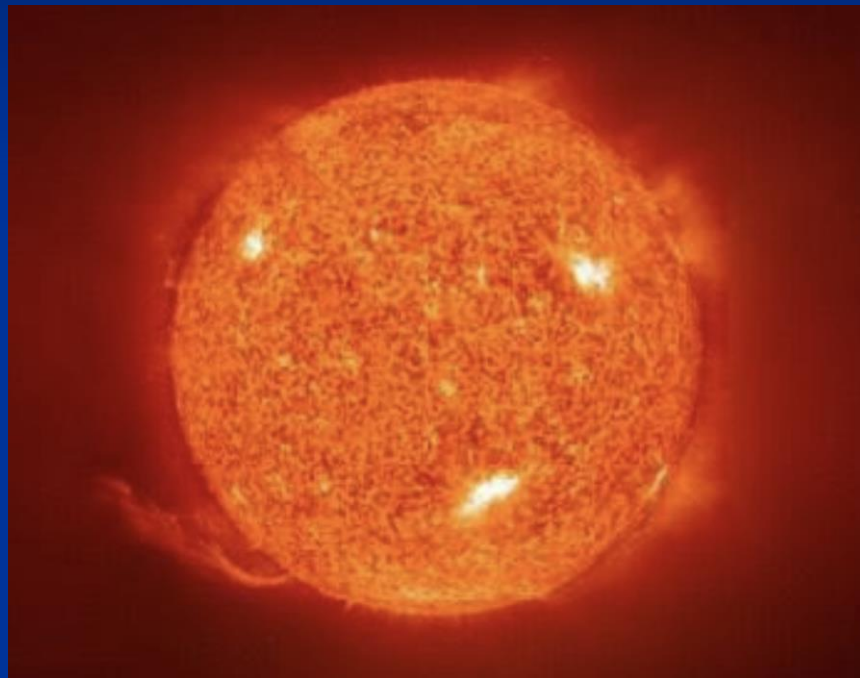
- ☐ Физичките својства на небесните објекти
- ☐ Големините и растојанијата
- ☐ Времињата и староста
- ☐ Стапката на проширување на универзумот
- ☐ Температурата на позадинското зрачење
- ☐ Хемискиот состав
- ☐ Структурата на универзумот
- ☐ Зошто нокта е темна
- ☐ Постојењето на темната материја и темната енергија



# Сонцето

Најпроучувани  
објекти се  
најсветлите -  
најлесни се за  
проучување.

Сонцето и  
останатите  
свезди се  
најпознатите  
објекти.



# Екстрасоларни планети



Покрај ѕвездите, во последните неколку години се откриени стотици планети околу други ѕвезди, не затоа што емитуваат светлина, туку затоа што го нарушуваат движењето на ѕвездите и кривите на сјај.



# ЖИВОТ



Уште едно својство на универзумот е животот. Сè уште немаме откриено живот надвор од Земјата.

Сметаме дека за животот да се развива е потребна вода, затоа што таа го олеснува разменувањето на супстанциите и формирањето на комплексни молекули.



# Меѓусвездена материја

Просторот помеѓу ѕвездите не е празен, тој е исполнет со меѓусвездена материја. Ова е материјалот од кој се формираат новите ѕвезди.

Ѕвездите се раѓаат внатре во облаците од гас и прашина. Облаците се компресираат и формираат нови ѕвезди. Тие го минуваат најголемиот дел од својот живот претворајќи водород во хелиум и енергија во своето јадро.



Потоа се формираат јаглерод, азот и кислород - елементите од кои и ние сме создадени.



## Животен циклус на звезда слична на Сонцето



Кога ѕвездите го трошат своето гориво, тие исфрлаат во околниот простор честички создадени внатре во нив. По секоја ѕвездена генерација, меѓуѕвездениот медиум - каде се раѓаат новите ѕвезди - станува побогат или содржи потешки хемиски елементи.



# Јата

Многу ѕвезди се групирани во јата кои содржат од 100 до 1.000.000 ѕвезди.



Jewel Box, отворено  
ѕвездено јато



Omega Centauri,  
топчесто ѕвездено јато

# Галаксии

Совршени примери за  
конгломерати се  
галаксиите.

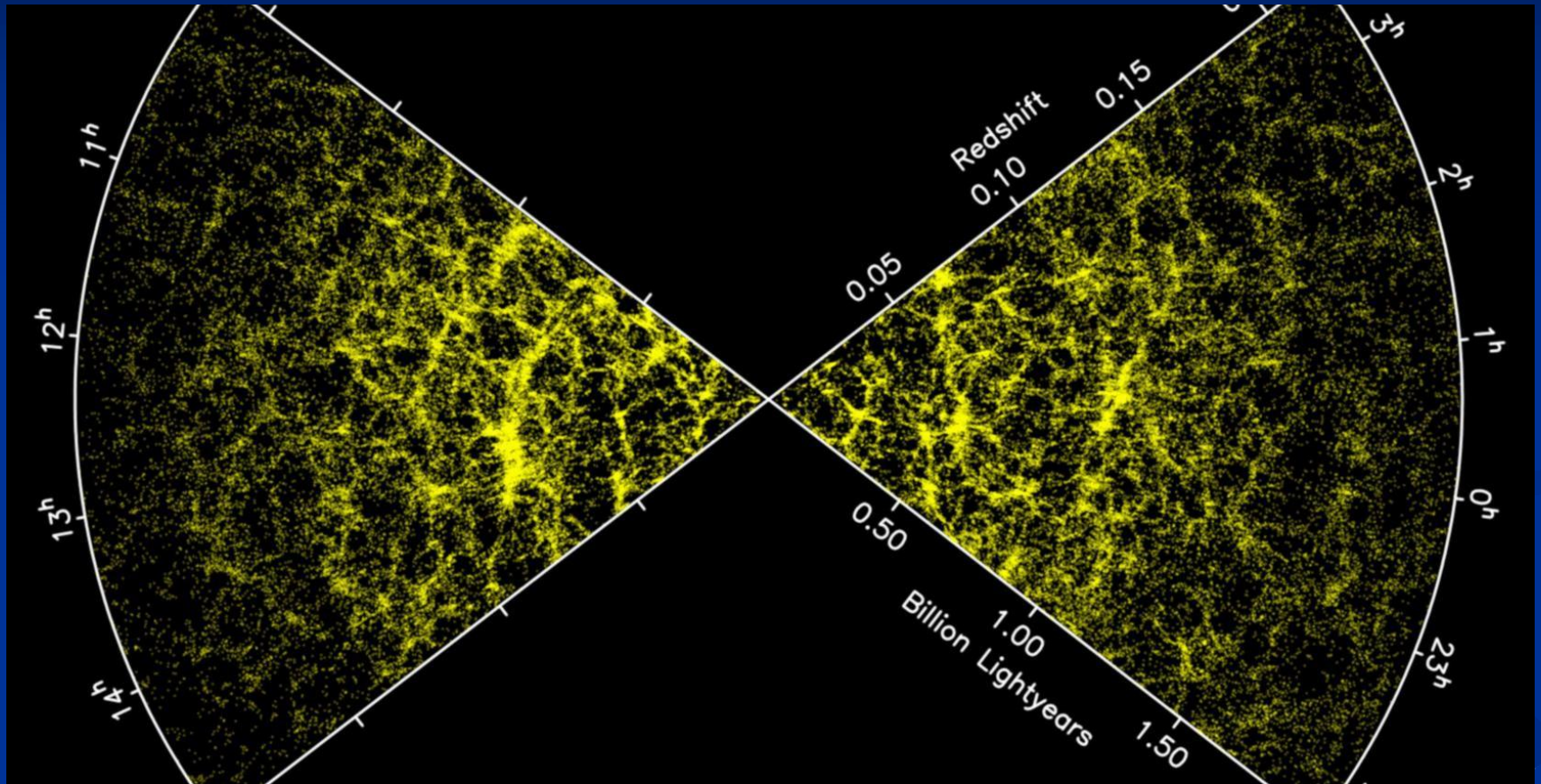
Спиралните, како  
нашата, имаат повеќе  
од 100 милијарди  
свезди, секоја со свои  
планети, сателити и  
комети, гас, прашина  
и, во најголем дел,  
темна материја.



Вител (Whirlpool) спирална галаксија  
Извор: Хабловиот вселенски телескоп Хабл  
(Hubble)



# Филаментарен универзум



Групите на галаксии се распоредени во нешто што се нарекува филаментарен универзум.

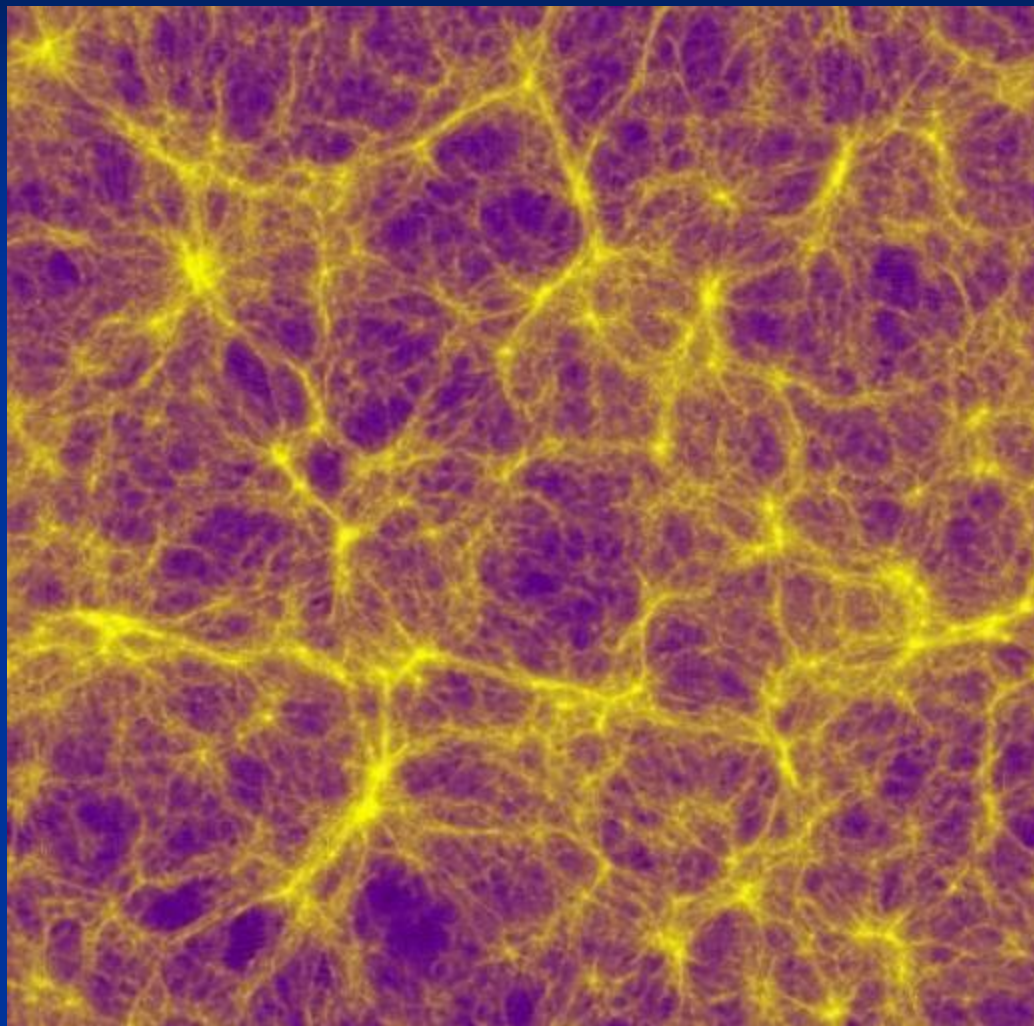


Тоа е како универзумот да е када со пена, каде материјата ги опкружува просторите без галаксии, а со текот на времето волуменот без материја се зголемува.



Со проширувањето на универзумот, растојанието помеѓу галактичките јата се зголемува и универзумот се разредува.

# Модел на филаментарниот универзум



Јатата и  
суперјатата на  
галаксии лежат  
во филаментите,  
како на  
површината од  
меурче на пена.  
Моделот се  
совпаѓа со  
наблудувањата.

Извор: Проект Милениум, Институт Макс Планк



# Структура на универзумот: синтеза

- Свездите се во јатата.
- Свездените јата се внатре во галаксиите.
- Галаксиите формираат јата, составени од неколку или од илјадници галаксии.
- Најголемите структури во универзумот се филаментите, формирани од јата и суперјата на галаксии.



# Големини во космосот

Можеме да ја процениме големината на еден метар, слична на едно дете, а исто така и единицата илјада пати поголема, еден километар...



...растојание илјада пати поголемо, илјада километри, со авион може да се помине за неколку часа.

За да стигнеме до Месечината ни се потребни три дена, а за да го поминеме растојанието помеѓу Сонцето и Јупитер неколку години.

Растојанието до блиските ѕвезди е илјада пати поголемо.



# Време во космосот во години

|                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| Големата експлозија (Big bang) | 14 000 000 000 |
|--------------------------------|----------------|

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| Формација на галаксии | 13 000 000 000 |
|-----------------------|----------------|

|                                  |               |
|----------------------------------|---------------|
| Создавање на<br>Сончевиот систем | 4 600 000 000 |
|----------------------------------|---------------|

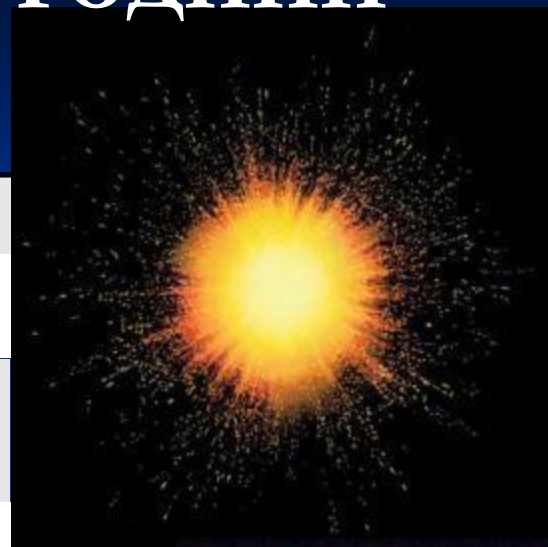
|                               |               |
|-------------------------------|---------------|
| Појава на живот на<br>Земјата | 3 800 000 000 |
|-------------------------------|---------------|

|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| Појава на комплексен<br>живот | 500 000 000 |
|-------------------------------|-------------|

|                       |             |
|-----------------------|-------------|
| Појава на диносауруси | 350 000 000 |
|-----------------------|-------------|

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| Изумирање на КТ границата | 65 000 000 |
|---------------------------|------------|

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| Појава на модерниот човек | 120 000 |
|---------------------------|---------|



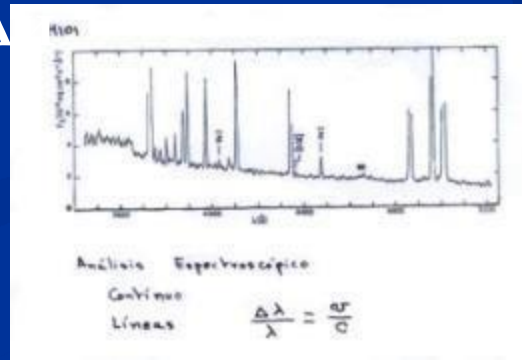
**Човекот се појавил многу неодамна.**

# Наблудување на универзумот

Можеш да направиш слика за да ја одредиш положбата или изгледот на ѕвезда, или количината на светлина што ја емитува.

Спектрите можат да ја одредат брзината на ѕвездите. Ова е познато како Доплеров ефект на светлината.

Со анализирање на зрачењето што ѕвездите и галаксиите го емитуваат, рефлектираат и апсорбираат, учиме за нивната природа.



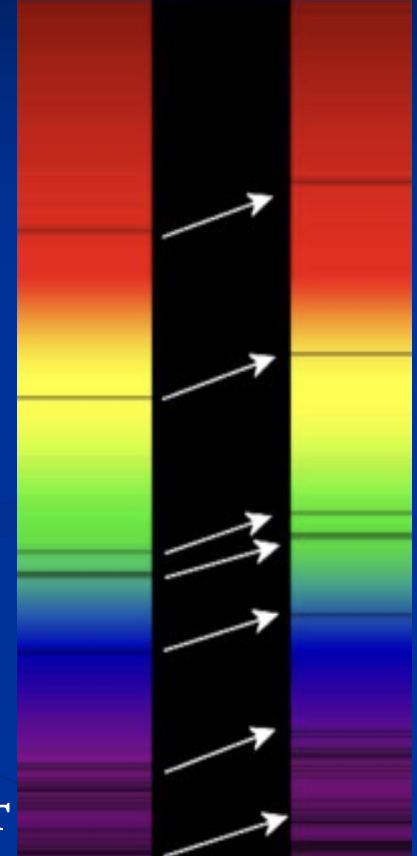
# Столбовите на стандардниот модел

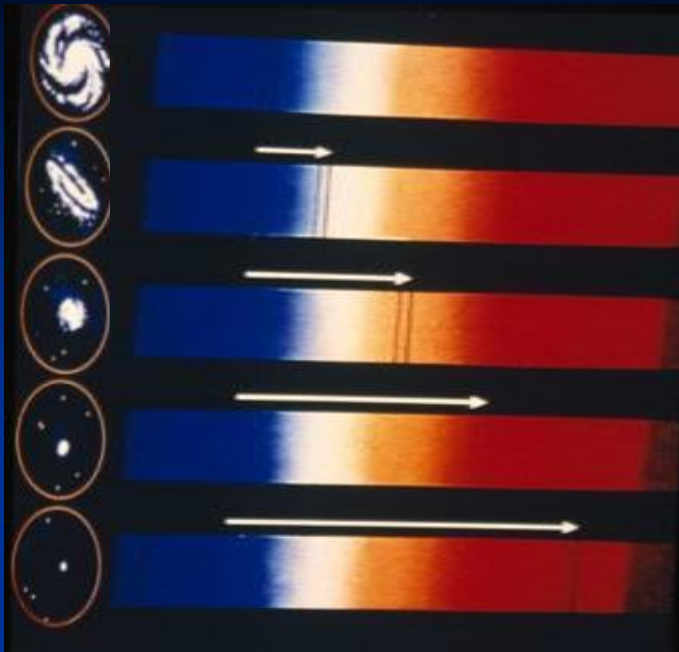
## Ширење на универзумот

Доплеровото поместување кон црвено го покажува ширењето (ако ѕвездите се приближуваат кон набљудувачот, светлината е посина, а ако се оддалечуваат, таа е поцрвена). Групите на галаксии се оддалечуваат една од друга и колку се подалеку, толку се оддалечуваат со поголема брзина.

## Хемиски застапености во универзумот

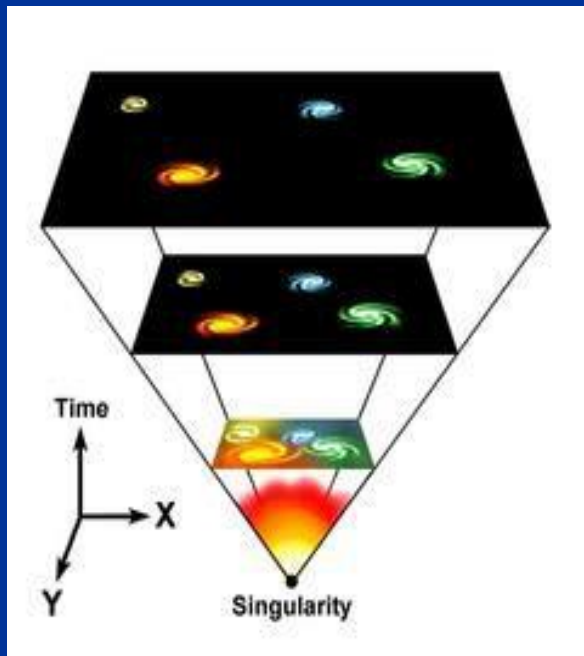
Во првите минути од космосот се формирале само H и He; ширењето го запрело понатамошното формирање: зрачењето ја изгубило енергијата и повеќе не било во можност да се претвора во протони и неутрони. C, N и O се создале внатре во ѕвездите и со умирањето на ѕвездите се измешале со меѓуѕвездениот медиум.





## Космичко ширење

Вселенскиот простор се шири, а со него се растегнуваат и фотоните на зрачењето. Она што во минатото биле гама-зраци со многу мала бранова должина, денес ги набљудуваме како радиобранови.



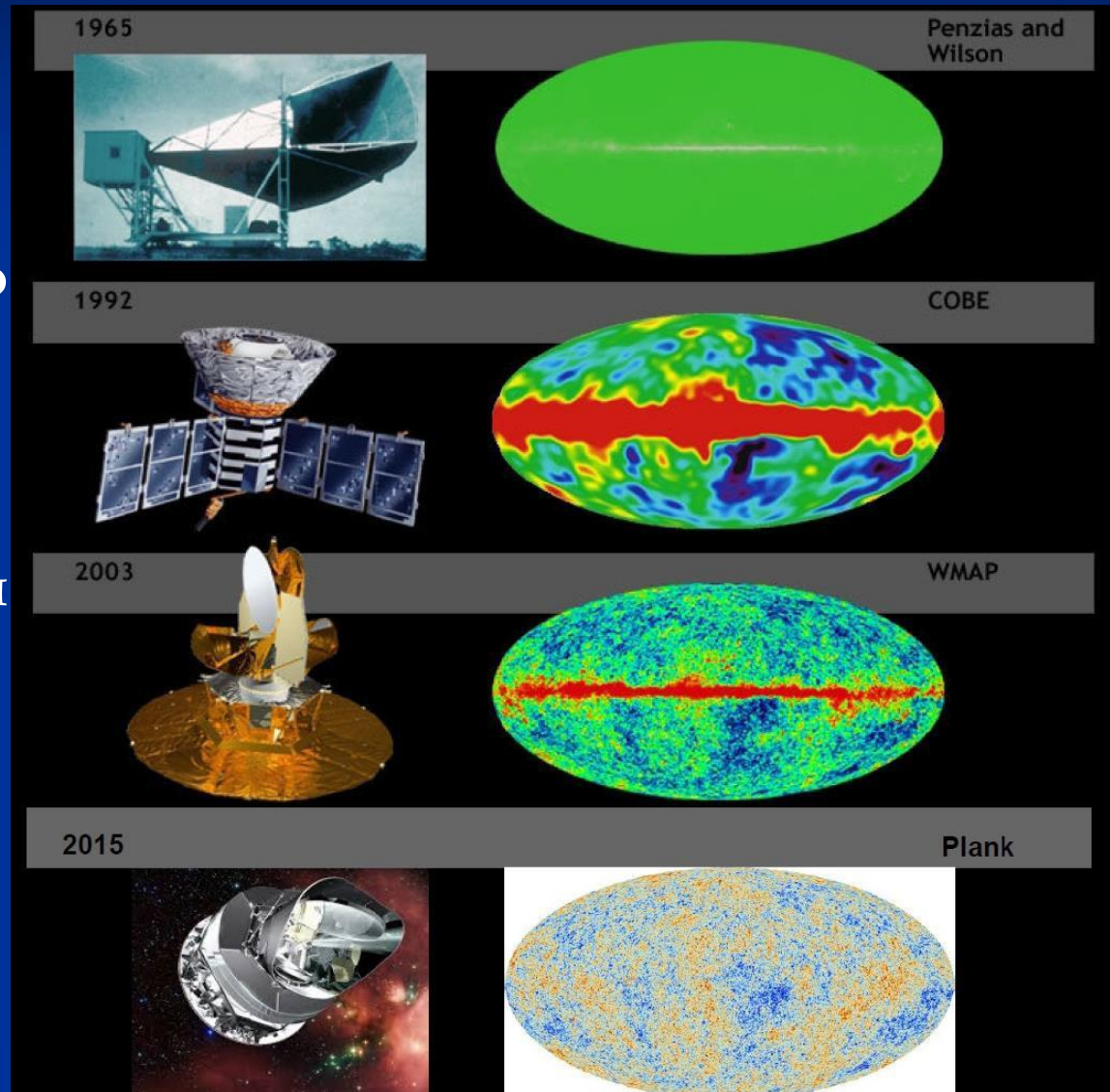
Со мерење на космичкото ширење можеме да ја пресметаме староста на универзумот, 14 милијарди години. Оваа проценка е попрецизна (а не поголема) од староста измерена за најстарите ѕвезди.



# Космичко микробраново позадинско зрачење

## Cosmic Microwave Background (CMB)

- Мисиите COBE, WMAP и PLANCK направија мапа на небото од космичкото микробраново зрачење, секојпат со сè поголема деталност, откривајќи мали флуктуации: отпечатоци на грутки од материја од кои започнало формирањето на галаксиите.



# Дали постои крај на универзумот?



Неопходен услов за стабилноста на универзумот е тој да се наоѓа во континуирано ширење. Во спротивно, тој би престанал да постои онака како што го гледаме сега. Ширењето на универзумот е еден од столбовите на стандардниот модел на Големата експлозија (Big Bang),

но... не постои центар од кој доаѓа ширењето.



# Дали гравитацијата доминира во универзумот?

Универзумот содржи маса, па затоа има огромна гравитациона сила. Гравитацијата привлекува.

Ширењето од Големата експлозија ја компензира гравитацијата.



Универзумот се забрзува, а изворот на енергија одговорен за тоа забрзување е непознат.



Кога набљудуваме далечни галаксии, ние гледаме како тие изгледаа во минатото. Блиските галаксии се различни од далечните галаксии.



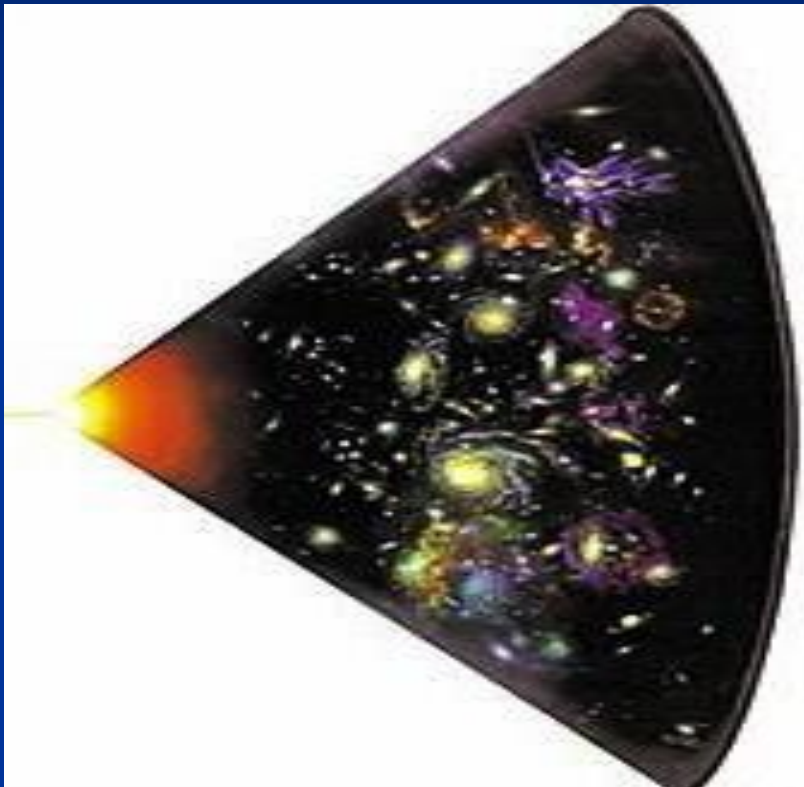
Блиска спирална  
галаксија



Далечните галаксии  
се мали и аморфни



# Еволуција



Постои граница до каде  
имаме информации за  
универзумот.

Не можеме да ги  
набљудуваме ѕвездите  
чија светлина патува  
повеќе од 14 милијарди  
години за да стигне до  
нас.

Ако универзумот беше мал, ќе имавме  
информации само за мал дел од него, а ако  
беше бесконечен, тоа би било многу малку.

НЕВИДЛИВИОТ дел од  
универзумот, 95% темна материја  
и темна енергија, се открива  
преку нивното влијание врз  
ВИДЛИВИТЕ објекти.  
Не знаеме од каков тип на  
материјал е составен.



## Морска површина



Како да сме морски биолози, но можеме да ја видиме само морската површина.

## Дното на морето



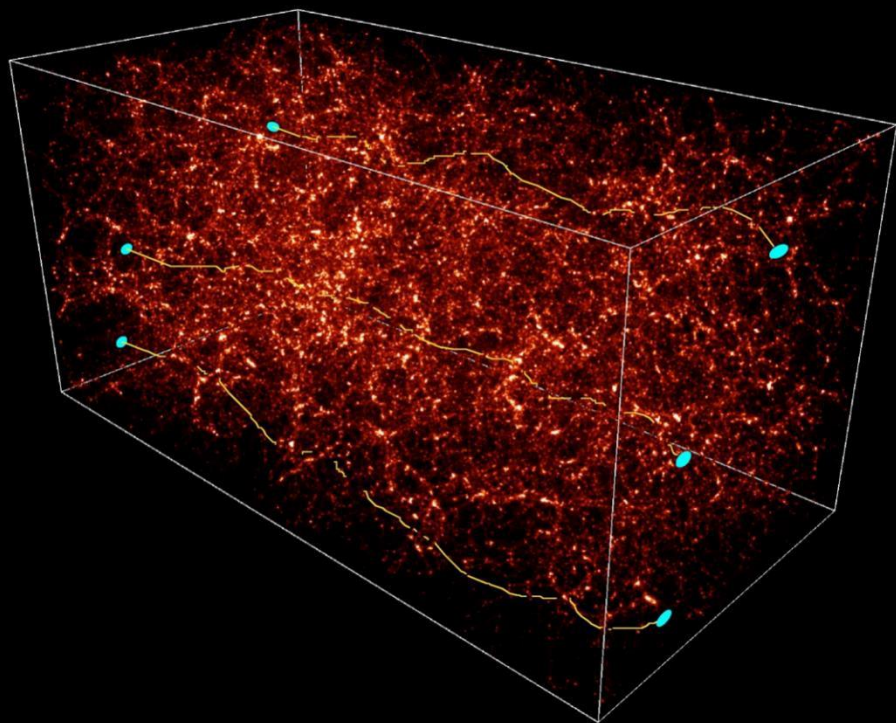
Ако погледнеме поблиску, може да откриеме голема разновидност.



# Темна материја

Знаеме дека за секој откриен астрономски објект постојат илјада други за кои немаме информации, освен за масата што ја содржат. Не знаеме каков е нивниот облик и распоред.

DEFLECTION OF LIGHT RAYS CROSSING THE UNIVERSE, EMITTED BY DISTANT GALAXIES

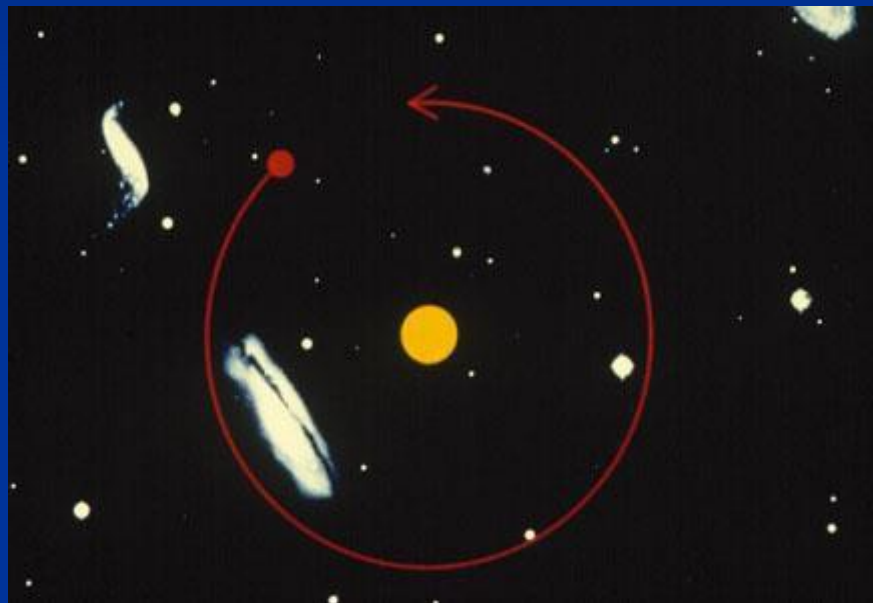


Се смета дека темната материја е распоредена во вид на филаменти. Сините линии се далечни галаксии. Жолтите линии се патеките на светлината емитувана од галаксиите. Без темната материја, тие би биле прави.



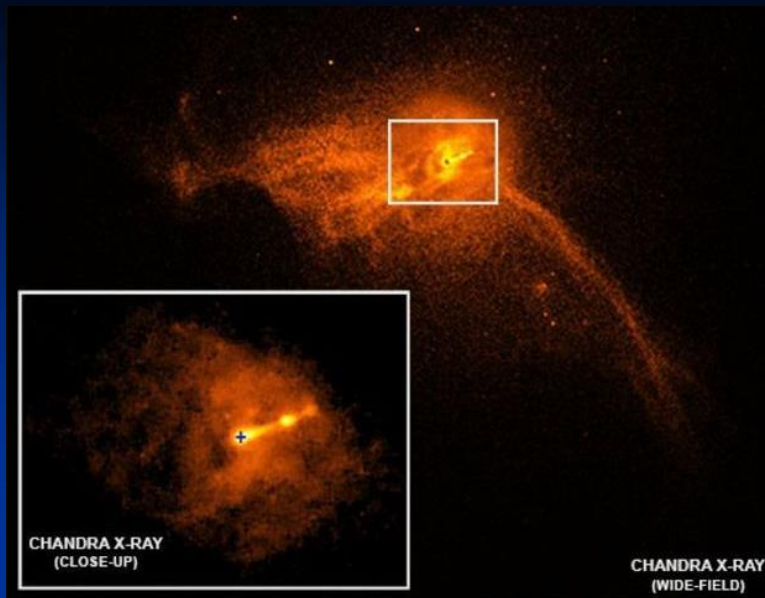
Свездите се движат околу центарот на галаксијата затоа што нејзината маса ги привлекува. Јатата на галаксии остануваат поврзани поради гравитациона сила.

Темната материја не е видлива, но може да се открие преку гравитацијата.



Постојат објекти кои се движат околу други објекти, а не можеме да ги видиме. На пример, постојат ѕвезди и групи на ѕвезди кои се движат околу црните дупки во центарот на галаксиите.





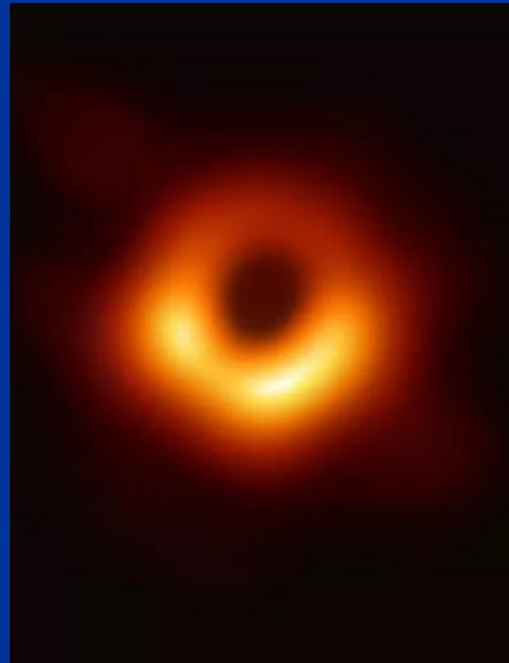
Центарот на M87, оддалечен 53,5 милиони светлосни години од Сонцето

(Извор: NASA/CXC/Универзитет Виланова/J. Neilsen)

„Сенка“ и хоризонт на настани на супермасивната црна дупка во центарот на M87, 6,5 милијарда помасивна од нашето Сонце.

(Извор: Event Horizon Telescope)

Конзорциум од повеќе од 200 научници и 60 институции, од 18 земји на 6 континенти, се дел од Event Horizon Telescope: 8 радиотелескопи на целата планета.



Првата досега добиена слика на супермасивна црна дупка беше претставена на прес конференцијата на 10 април 2019 година.

# Еволуција на универзумот

На долга временска скала, универзумот ќе продолжи да се шири. Брзината на ширење се зголемува со времето, значи тоа е забрзано. Енергијата одговорна за ова забрзување е сè уште непозната. Ја нарекуваме темна енергија.

По приближно трилиони години, целата меѓузвездена материја ќе биде потрошена и формирањето на ѕвезди ќе запре.

Протоните ќе се распадат, а црните дупки ќе испарат.

Универзумот ќе биде огромен, населен со екзотична материја и радио-бранови со ниска енергија.

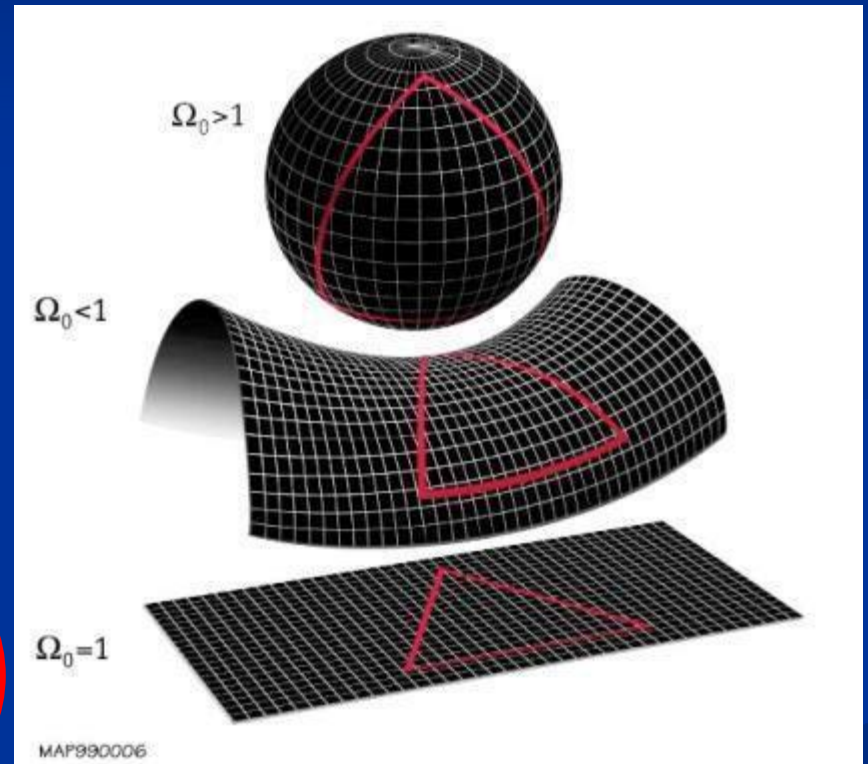
# Геометрија на универзумот во зависност од космичката константа

Затворена  $\rightarrow \Omega > 1$

Отворена  $\rightarrow \Omega < 1$

Рамна  $\Omega \rightarrow = 1$

(Предвидено од теоријата на инфлација и во согласност со набљудувањата)



# Еволуцијата зависи од составот на универзумот

Космичка константа

$$\Omega_{\text{total}} = 1.0$$



Тешки елементи

0.03%



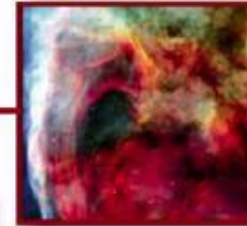
Неутрина

0.47%



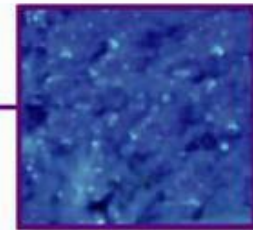
Свезди

0.5%



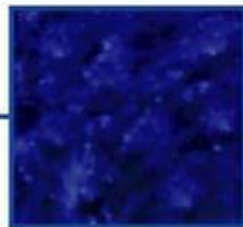
Слободни  
H и He

4%



Темна материја

25%



Темна енергија

70%



# Успешен модел: Големата експлозија (Предвидувања-верификации)

- **Ширење:**

Потврдено на почетокот на 20ти век од Е. Хабл.

- **Позадинско космичко зрачење:**

Откриено во 20ти век од А. Пензијас и Р. Вилсон.

- **Застапеност на хемиските елементи:**

Демонстрирано во 20ти век.

- **Структурата на универзумот во големи размери:**

Откриена на крајот од 20ти век.



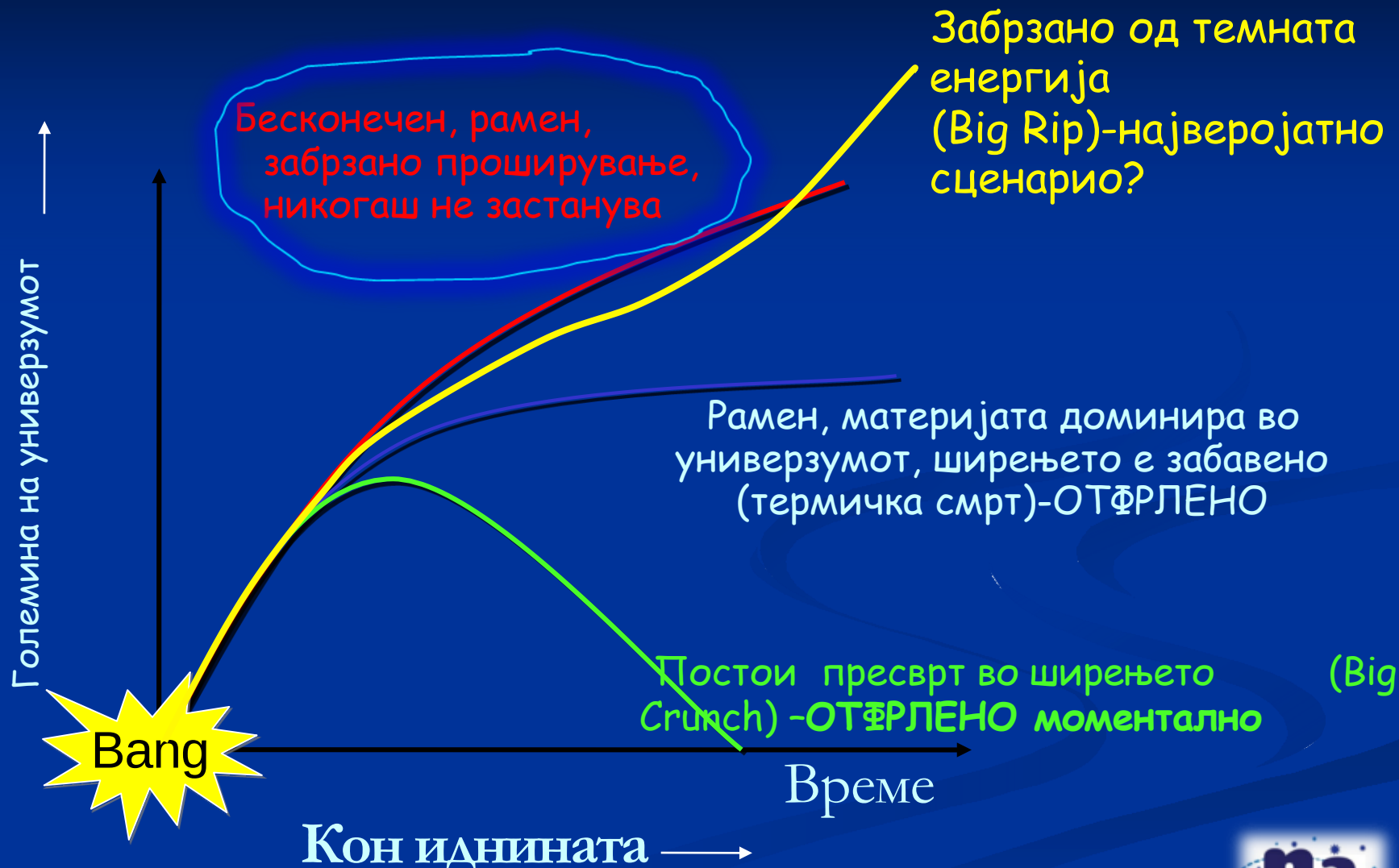
# Конечна судбина на универзумот (можни сценарија)

- Big Crunch (пресврт во ширењето)
- Рамна, термичка смрт (ширењето застанува)
- Бесконечен, рамен, во постојано ширење (ова е моменталното прифатено сценарио)
- Big Rip (забрзано ширење)

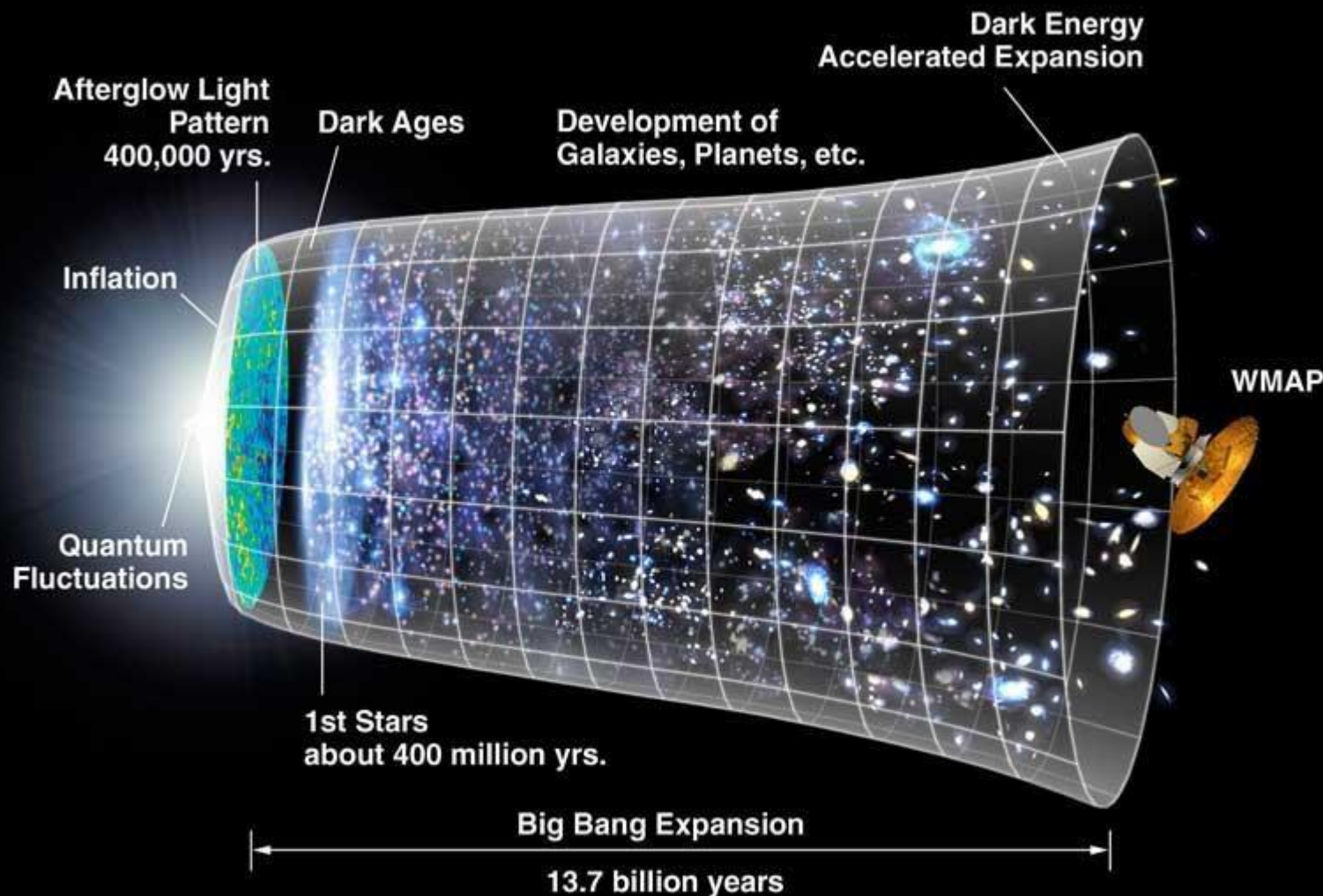
Иднината зависи од составот на универзумот,  
критичната густина и од постоењето на  
темната енергија.



# Облик и судбина на универзумот

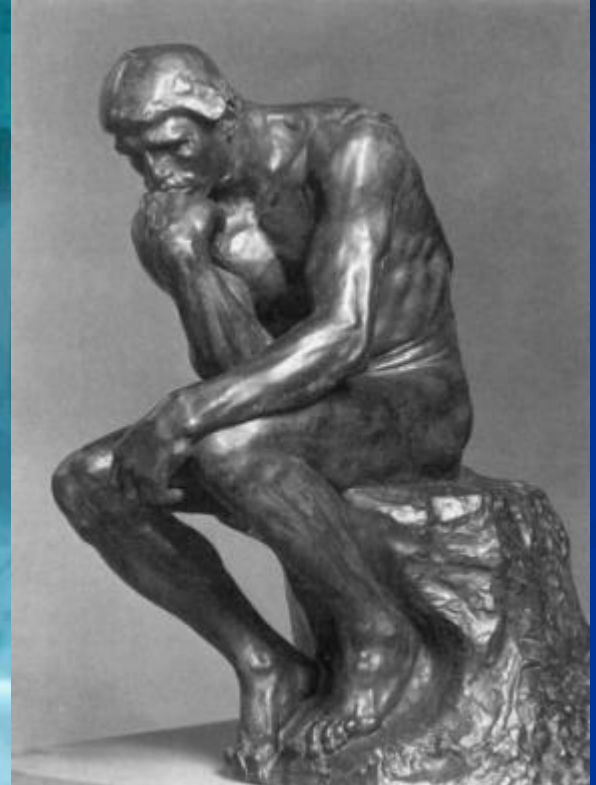


# Историја на универзумот



# Епилог

Живееме во  
извондредна  
епоха во која  
можеме да  
размислуваме  
за  
универзумот  
користејќи ги  
физичките  
закони.



Можно е со текот на времето нашите идеи да  
се променат, но така функционира науката.

**Ви благодарам  
за вашето внимание!**